

基于微遗传算法的船用柴油机喷油策略优化及研究

王 许, 刘屹清, 尧命发

(天津大学 内燃机燃烧学国家重点实验室, 天津 300072)

Numerical Simulation and Optimization Study of Injection Parameters for a Marine Diesel Engine Based on Micro Genetic Algorithm

WANG Hu, LIU Yiqing, YAO Mingfa

(State Key Laboratory of Engines, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: To investigate the fuel injection strategy for large low speed marine diesel engines, a micro-genetic algorithm coupled with 3-D numerical simulation was applied to the optimization of start-of-injection timing(SOI), pilot injection interval and pilot fuel fraction of two injectors. The effect of the pilot injection parameters and sequential injection of each injector on engine performance and emissions was further investigated based on the optimized case. Results show that for the sequential injection operation the injection interval between two injectors has some impact on NO_x emissions and indicated specific fuel consumption (ISFC), while the pilot injection strategy of the first and second injectors has different effects on engine performance and emissions: the former is the result of the combined effects of the pilot fuel heat release and shortened ignition delay of main injection, while the latter is mainly due to the pilot fuel heat release itself. Through the above study, the NO_x emissions have been reduced by 21.27%, which proves that this method can be used to optimize the injection strategy of large marine diesel engines.

摘要: 为优化大型船用柴油机的燃油喷射策略,采用微种群遗传算法结合三维数值模拟,在一台大缸径低速船用柴油机上对两个喷油器的主喷时刻、预喷间隔和预喷比例进行了优化,并在优化算例的基础上研究了大型船用柴油机各个喷油器预喷参数和顺序喷射对性能与排放的影响。研究表明,在采用顺序喷射的前提下,顺序喷射间隔影响 NO_x 排放和指示燃油消耗率。第一个和第二个喷油器的预喷策略对大型船用柴油机的性能与排放有不同的影响,前者是预喷放热与主喷滞燃期缩短综合作用的结果,而后者主要是预喷放热自身的影响。通过以上研究和优化,柴油机的 NO_x 排放降低了 21.27%,表明该方法可以用于优化大型船用柴油机的喷射策略。

关键词: 遗传算法;燃烧优化;船用柴油机

Key words: genetic algorithm; combustion optimization; marine diesel engine

DOI: 10.13949/j.cnki.njgc.2018.04.014

中图分类号: TK421⁺.26

文献标识码: A

0 概述

柴油机具有效率高、能耗低、应用范围广和可靠

性高等优势,问世后很快在船舶动力中占据了一席之地^[1-2]。20 世纪 50 年代,柴油机在船舶动力中几乎完全取代了蒸汽机,至今已经占据了世界上 99%

收稿日期: 2017-09-22

修回日期: 2017-12-20

基金项目: 国家科技支撑计划(2015BAG16B00)

Fund Project: National Key Technology Research and Development Program of the Ministry of Science and Technology of China(2015BAG16B00)

作者简介: 王 许(1982—),男,副研究员,博士,主要研究方向为内燃机燃烧,E-mail:wang_hu@tju.edu.cn。

的船舶动力市场。20 世纪 70 年代,研究人员发现降低船用柴油机的转速可以提高推进效率,因而长行程低速机在船舶动力特别是远洋运输方面占据了越来越重要的地位。

随着排放法规的日益严格,各大科研机构和发动机厂商均投入巨大精力开展船用柴油机排放控制研究。近年来,关于通过喷油策略优化改善压燃式发动机的燃烧与排放的研究越来越多。燃油喷射策略对缸内燃烧过程有着显著的影响,优化燃油喷射策略是降低发动机排放的有效方法。

随着高压共轨燃油喷射系统的发展,对多次喷射喷油时刻和喷油量的精确控制成为可能。文献[3]对喷油时刻对柴油机燃烧及排放的影响进行了研究,研究发现喷油时刻越早,碳烟、碳氢化合物(HC)和 CO 的排放越低,而 NO_x 的排放越高。多次喷射被认为是进一步优化柴油机性能与排放的重要手段之一。文献[4]研究了预喷结合高压喷射对柴油机性能及排放的影响,发现使用预喷时可以推迟主喷时刻,并且预喷结合高压喷射可以在不恶化燃油经济性的前提下降低 35% 的 NO_x 及 60%~80% 的碳烟排放。文献[5]研究了多次喷射对高速直喷柴油机性能与排放的影响,发现预喷燃油引起两阶段放热,使得缸内压力略有升高并缩短了主喷燃油的滞燃期,从而降低了燃烧噪声和碳烟排放。文献[6]研究了多次喷射对大型船用柴油机的影响,发现一定的顺序喷射间隔可以同时降低 NO_x 排放和指示油耗。由此可见,包含预喷、顺序喷射在内的多次喷射对于优化大型船用柴油机性能与排放具有重要意义。

低速船机的试验开发周期较长且成本较高,而多维数值模拟能有效降低开发成本,缩短开发周期。随着计算机硬件的发展,采用优化算法对发动机参数进行优化得到了广泛的研究,文献[8]将文献[7]中提出的微种群遗传算法作为优化工具应用到发动机燃烧优化上。该算法为单目标优化算法,一般只含有 5 个个体,并引入精英策略,可以显著降低计算成本,取得了较好的优化结果,表明微种群遗传算法是实现发动机燃烧多参数优化的有效措施。

船用柴油机通常采用两个或更多喷油器,采用喷油策略优化控制燃烧和排放时涉及到多个喷油参数,给优化工作带来很大困难。本文采用微种群遗传算法结合计算流体力学(CFD)数值模拟,系统研究各个喷油器的预喷间隔、预喷比例和顺序喷射间隔等参数的影响,并提出了降低 NO_x 排放的控制策略。

1 数值模型及验证

1.1 数值模型

本文使用的 CFD 程序为 Converge。湍流模型采用强变密度流计算的 RNG $k-\epsilon$ 模型,该模型适用于强瞬变、强压缩性及各向异性的发动机流动。喷雾模型采用在柴油喷雾中应用广泛的 KH-RT 破碎模型^[9]。燃烧模型采用在压燃式发动机中应用广泛的 Shell+CTC 模型^[10],该模型较为简便且计算量小,在发动机自燃着火的研究中应用较为广泛。目前船用柴油机的排放法规主要针对 NO_x 和硫氧化物(SO_x),而 SO_x 排放的降低可以通过降低燃油硫含量实现,所以本文主要研究 NO_x 排放,并采用拓展的 Zeldovich 机理来预测 NO_x 排放。燃油蒸发模型和液滴碰撞模型分别选择 Frossling 模型、O'Rourke 碰撞模型。

1.2 发动机参数

本研究工作基于一台典型的 6 缸低速二冲程船用柴油机,配备高压共轨燃油喷射系统,100% 负荷下转速 142 r/min,输出功率 3 575 kW。发动机三维模型和主要参数分别如图 1 和表 1 所示。为满足功率要求,大型船用柴油机的喷油量通常很大,因此一般采用多个喷油器,本文所研究的大型船用柴油机采用 2 个喷油器对置。

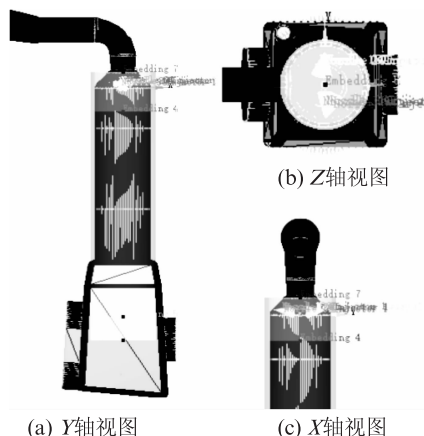


图 1 发动机三维模型结构

表 1 发动机主要参数

项目	参数
缸数	6
行程/mm	1 550
缸径/mm	350
连杆长度/mm	1 550
压缩比	21
气门数	4
最大功率/kW	3 575(142 r/min)

1.3 模型验证

基于以上参数,本文使用 Converge 对该船用柴油机进行了性能和排放模拟,模拟结果与试验数据的对比如图 2 所示。可见,该 CFD 模型对缸压的预测结果与试验值接近,NO_x 排放模拟结果 12.79 g/(kW·h),接近试验值 12.76 g/(kW·h),具有较高的可信度。

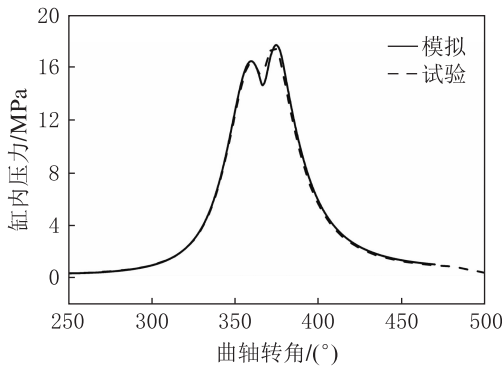


图 2 缸内压力模拟结果与试验值对比

结合以上模型和微种群遗传算法,本文系统地开展了船用柴油机喷油策略优化,并研究了不同喷油参数对大型船用柴油机性能与排放的影响。

2 结果分析与讨论

2.1 遗传算法优化结果

遗传算法是一种以进化论中自然选择或“适者生存”理论为基础的优化算法,主要包括突变、交叉和选择等环节。经典的简单遗传算法对种群大小的要求较高(通常 30~200),收敛速度较慢,应用到内燃机三维数值模拟中会消耗过多的计算资源。而文献[7]于 1989 年提出的微种群遗传算法则解决了这一问题,该算法每一代只需要 5 个个体,并且收敛速度较快,之后在内燃机三维数值模拟中也得到了应用[8]。微遗传算法流程如图 3[7]所示。

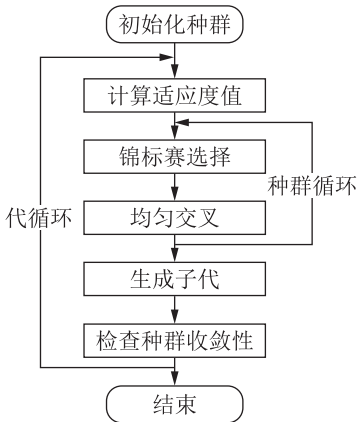


图 3 微种群遗传算法流程图

微遗传算法的流程可分为 4 步:(1) 初始阶段随机生成 5 个个体;(2) 根据适应度函数计算出最优个体并将其传递到下一代(精英主义);(3) 随后将 5 个个体进行“锦标赛选择”,生成下一代的其余 4 个个体;(4) 此时如果种群已经收敛,返回步骤(1),否则返回步骤(2)。

由于步骤(1)的存在,微种群遗传算法并未引入突变算子,同时步骤(2)保证了适应度函数值的非下降性从而大大提高了收敛速度。在微种群遗传算法中种群收敛无法作为算法结束的条件,故一般设立一个迭代次数上限,本文参考文献[7]设为 30。

根据文献[11]选取适应度函数如下:

$$I_{\text{Merit}} = \frac{1\,000}{\left(\frac{m_n}{m_{n0}}\right)^2 + \left(\frac{m_f}{m_{f0}}\right)^2 + P} \quad (1)$$

$$P = |m_n - m_{n0}| + (m_n - m_{n0}) + |m_f - m_{f0}| + (m_f - m_{f0}) \quad (2)$$

式中, I_{Merit} 为适应度值; m_n 和 m_f 分别为氮氧化物排放与指示燃油消耗率; m_{n0} 和 m_{f0} 分别为 m_n 和 m_f 的目标值,取值分别为 14.074 g/(kW·h)(Tier II 限值)和 160 g/(kW·h)(略高于原机油耗 156.24 g/(kW·h)); P 为惩罚函数。加入惩罚函数 P 作为限制条件可以在满足 Tier II 排放法规并不显著恶化油耗的条件下进行优化。

根据文献[11]及经验,选取搜索空间如表 2 所示。其中主喷时刻 1、主喷时刻 2 为两个喷油器的主喷时刻,预喷间隔 1 与预喷间隔 2 分别为两个喷油器的预喷间隔,预喷比例 1 与预喷比例 2 分别为两个喷油器的预喷比例(%)。预喷间隔定义为预喷开始时刻与主喷开始时刻的曲轴转角间隔;预喷比例定义为预喷燃料占该喷油器本次循环总喷油量的质量比,当预喷比例增加时,主喷燃油随之减少;顺序喷射定义为第一个喷油器(主喷时刻较早)和第二个喷油器(主喷时刻较晚)的主喷时刻的曲轴转角间隔。

表 2 优化参数搜索空间

项目	参数	
	最小值	最大值
主喷时刻 1/(°)	0	10
主喷时刻 2/(°)	0	10
预喷间隔 1/(°)	0	30
预喷间隔 2/(°)	0	30
预喷比例 1/%	0	20
预喷比例 2/%	0	20

本文将上述微种群遗传算法 Matlab 代码与 Converge 耦合,使用微种群遗传算法根据 CFD 模拟结果计算下一代的输入参数,然后利用 Converge 计算对应算例。如此循环,当迭代次数达到 30 时终止计算并输出优化算例参数。

在微种群遗传算法优化中,每一代最高的适应度如图 4 所示。在 30 次迭代之后,优化算例的适应度值相比初始值有了显著提高,虽然不一定是全局最优,但至少接近了全局最优点,可以认为满足算法终止条件。所有算例的 NO_x 排放与指示燃油消耗率结果如图 5 所示,适应度函数中的惩罚项在选择过程中起到了一定的作用,将优化结果的指示燃油消耗率限制到了 $160 \text{ g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 以下。此外,图 5 中的大多数点符合 NO_x 排放与指示燃油消耗率的平衡关系,当 NO_x 排放降低时,整体上指示燃油消耗率是增加的。经过 30 代计算,相比原机结果, NO_x 排放下降 21.27%,而指示燃油消耗率仅增加 1.96%。

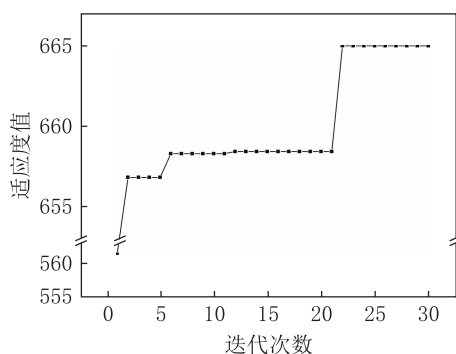


图 4 适应度函数随迭代次数的变化

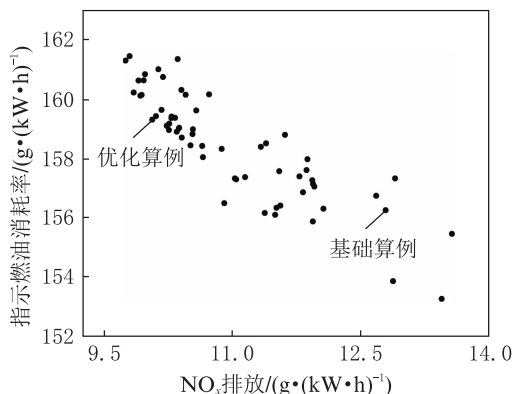


图 5 所有算例的 NO_x 排放-指示燃油消耗率关系图

图 6 和表 3 为原机与优化算例的对比。可见在优化算例中,放热率峰值和最高燃烧压力相比原机降低,缸内高温区域减小, NO_x 排放生成区域也随之减小,从而大幅降低了 NO_x 排放;但一部分预喷柴油在上止点前燃烧,同时后燃增多,使得发动机指示燃油消耗率略有增加。

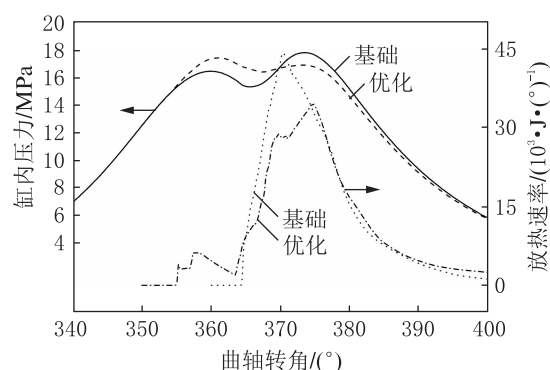


图 6 优化算例与基础算例缸压和放热率对比

表 3 喷油参数及排放、油耗的对比

项目	参数	
	基础算例	优化算例
主喷时刻 1/(°)	362.5	362.0
主喷时刻 2/(°)	362.5	365.5
预喷间隔 1/(°)	0	9
预喷间隔 2/(°)	0	10
预喷比例 1/%	0	7
预喷比例 2/%	0	5
NO_x 排放/ $(\text{g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1})$	12.799	10.076
指示燃油消耗率/ $(\text{g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1})$	156.24	159.29

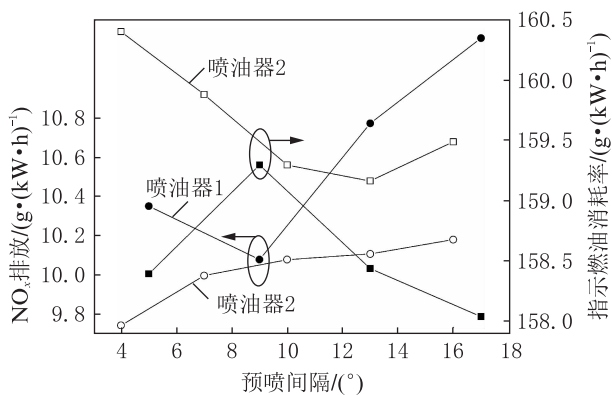
2.2 喷射参数研究

为了进一步分析不同柴油喷射参数的影响,以微种群遗传算法得到的优化算例为基准,分别改变两个喷油器的预喷间隔、预喷比例和顺序喷射间隔,研究以上参数对柴油机性能及排放的影响。

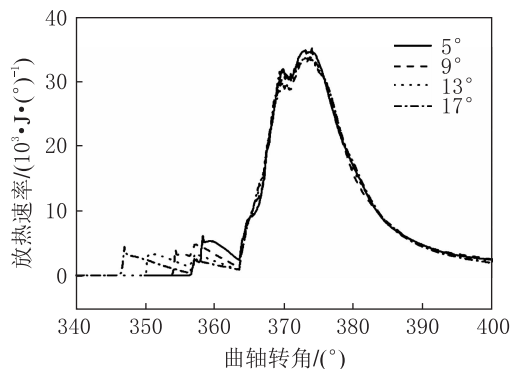
2.2.1 预喷间隔的影响

为了分别研究两个喷油器预喷间隔对船用柴油机性能与排放的影响,基于优化算例分别改变两个喷油器的预喷间隔(以曲轴转角计),同时保持各喷油器主喷时刻、喷射压力和预喷比例等参数不变,所得发动机 NO_x 排放和指示燃油消耗率如图 7 所示。可见,随着第一喷油器预喷间隔 1 的增加, NO_x 排放呈先减小后增加的趋势,而指示燃油消耗率的趋势相反;随着第二喷油器预喷间隔 2 的增加, NO_x 排放持续增加,而指示燃油消耗率先递减后略有增加。同时通过比较,第一喷油器预喷间隔 1 对 NO_x 排放的影响远大于第二喷油器预喷间隔 2,但在指示油耗方面两个喷油器预喷间隔的影响程度差别不大。

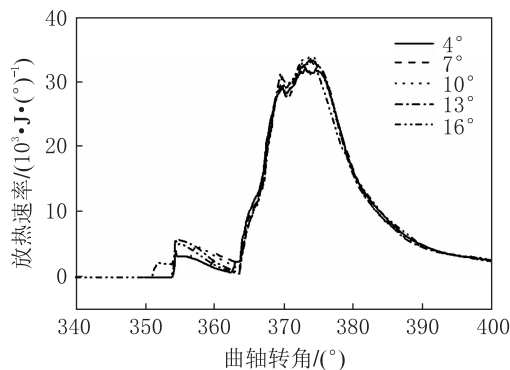
与单次喷射相比,预喷中一部分燃油先于主喷时刻喷入燃烧室内,使喷孔附近的温度升高,同时又由于总喷油量不变,主喷油量减少。由图 8 可知,随着第一喷油器预喷间隔 1 的增大,预喷放热提前,且高温持续时间增加,预喷产生的 NO_x 也增多,同时预喷对喷油器喷孔附近的加热作用减弱,主喷燃油

图7 预喷间隔对 NO_x 和指示燃油消耗率的影响

滞燃期增加,造成预混燃烧比例增加,燃烧温度上升, NO_x 排放增加,指示油耗降低;但当预喷间隔过小(如预喷间隔1为 5° 曲轴转角)时,预喷和主喷过于接近,使得预喷和主喷放热峰值增加,导致较高的 NO_x 排放及较低的指示油耗。



(a) 不同预喷间隔1



(b) 不同预喷间隔2

图8 不同预喷间隔下的放热速率对比

选取4个时刻(366° 、 370° 、 374° 、 378° 曲轴转角)研究预喷间隔1和预喷间隔2对 NO_x 排放和缸内温度的影响,如图9~图12所示。可知,当第二喷油器预喷间隔2增大时,预喷放热提前,高温持续期增大,预喷产生的 NO_x 也随之增多,指示油耗降低;但当预喷间隔过大时大部分预喷放热在上止点前完成,高温燃

气对活塞做负功,从而使指示油耗增加。结合图7与图8,当预喷间隔2为 13° 时两个喷油器的预喷放热几乎重合,预喷放热峰值最大,同时指示燃油消耗率也最低。由于喷油器对置并且采用了顺序喷射,第一喷油器的射流火焰会加热第二喷油器喷孔附近区域,从而降低了第二喷油器预喷对其主喷的影响,因此较小的第二喷油器预喷间隔2对 NO_x 排放的影响有限。

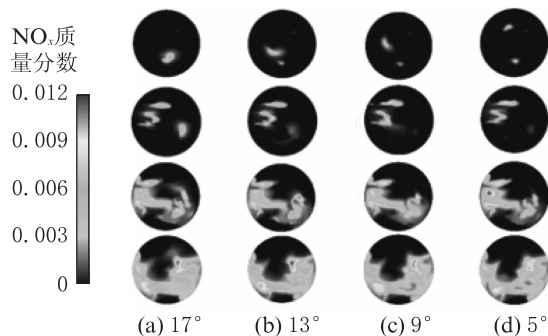
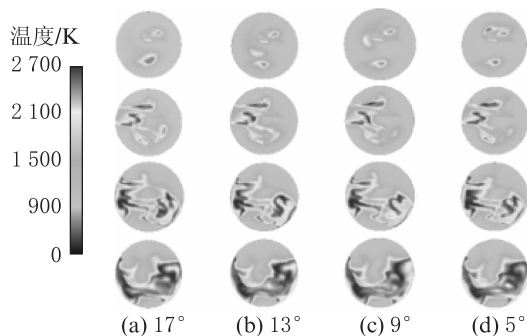
图9 不同预喷间隔1下的 NO_x 排放

图10 不同预喷间隔1下的缸内温度

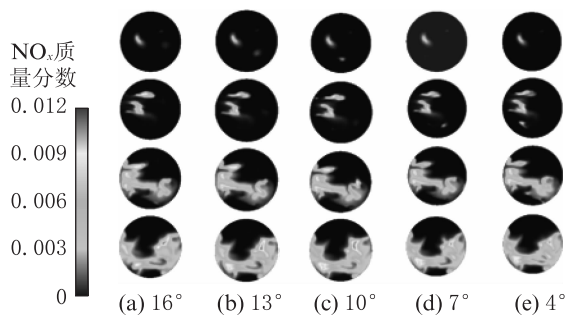
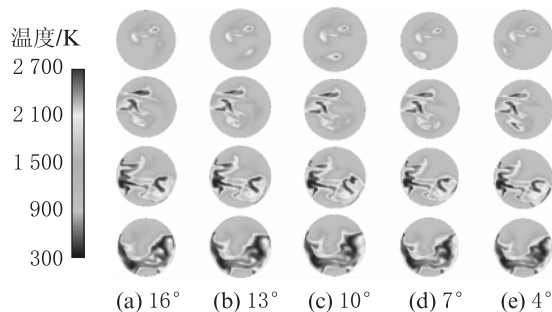
图11 不同预喷间隔2下的 NO_x 排放

图12 不同预喷间隔2下的缸内温度

2.2.2 预喷比例的影响

为了分别研究两个喷油器的预喷比例对船用柴油机性能与排放的影响,基于优化算例分别改变两个喷油器的预喷比例,同时保持各喷油器主喷时刻、喷射压力和预喷间隔等参数不变,所得发动机的 NO_x 和指示燃油消耗率如图13所示。可见随着预喷比例1的增加, NO_x 排放先降低并在预喷比例为7%时达到最低值,然后持续增加,指示燃油消耗率的趋势则与之相反;随着预喷比例2的增加, NO_x 排放总体上呈递增趋势,而指示燃油消耗率则持续降低。此外,预喷比例1对 NO_x 排放和指示油耗的影响均略小于预喷比例2。

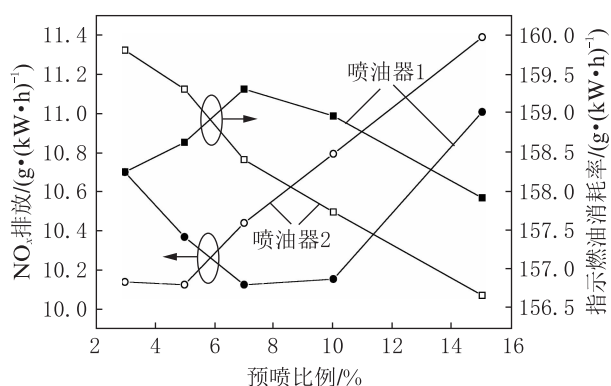
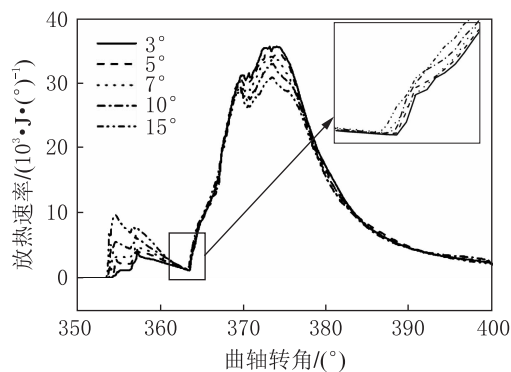


图13 预喷比例对 NO_x 排放和指示燃油消耗率的影响

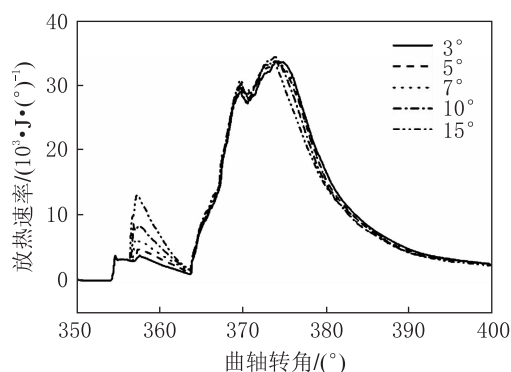
图14所示为两个喷油器在不同预喷比例情况下的放热率曲线。

选择5个时刻(362°、366°、370°、374°和378°)研究预喷比例1对 NO_x 排放和缸内温度的影响,如图15和图16所示。选择4个时刻(366°、370°、374°和378°)研究预喷比例2对 NO_x 排放和缸内温度的影响,如图17和图18所示。

由图16可知,362°时随着第一个喷油器预喷比例的增高,预喷产生的高温区域随之增大,图14(a)中主喷放热略有提前,滞燃期缩短,使着火后的燃烧速度降低,从而降低了 NO_x 排放,但指示油耗会略有增加;但当预喷比例过高时,图15中预喷产生的 NO_x 增加,增大了 NO_x 排放。第二个喷油器预喷比例的影响与第一个略有不同,整体上 NO_x 排放与预喷比例正相关,而指示油耗与预喷比例负相关。这是因为在采用顺序喷射和喷油器对置的情况下,图18中366°第二喷油器喷孔附近区域被第一喷油器的射流火焰加热,从而降低了第二喷油器预喷对滞燃期的影响, NO_x 排放和指示油耗则分别随预喷比例递增与递减。



(a) 预喷比例1



(b) 预喷比例2

图14 不同预喷比例下的放热速率对比

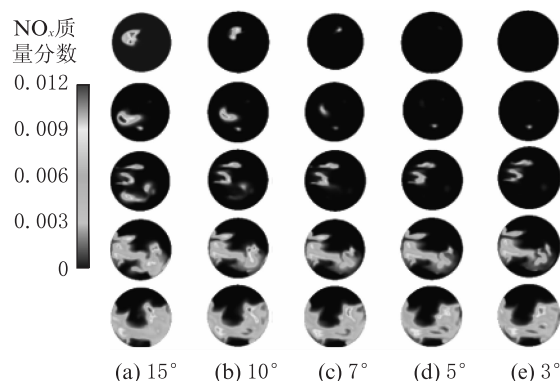


图15 不同预喷比例1下的 NO_x 排放

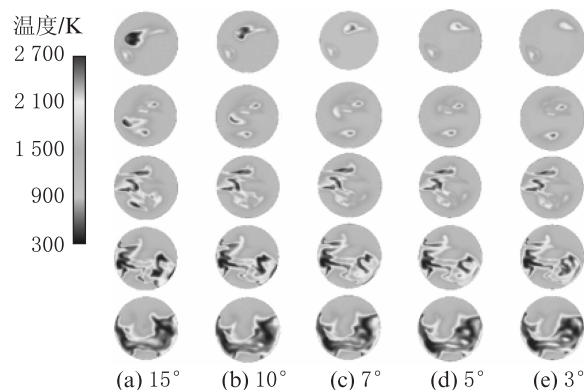


图16 不同预喷比例1下的缸内温度

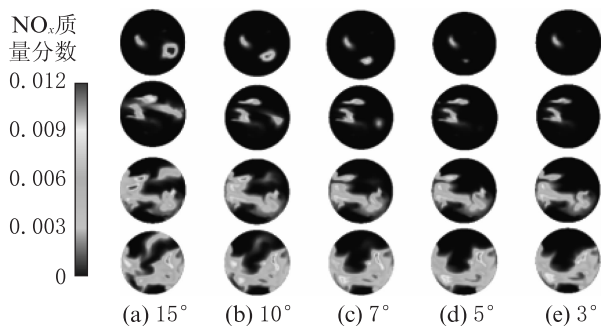
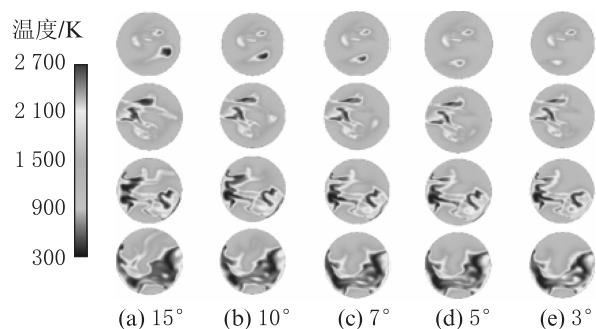
图 17 不同预喷比例 2 下的 NO_x 排放

图 18 不同预喷比例 2 下的缸内温度

2.2.3 顺序喷射的影响

在研究顺序喷射间隔的影响时,保持预喷间隔、预喷比例、喷油压力和整体的喷油结束时刻等参数不变。图 19 为不同顺序喷射间隔下 NO_x 排放与指示燃油消耗率的平衡关系。可见 NO_x 排放随顺序喷射间隔的增大先减小后增大,而指示燃油消耗率整体上随顺序喷射间隔的增大而增大。

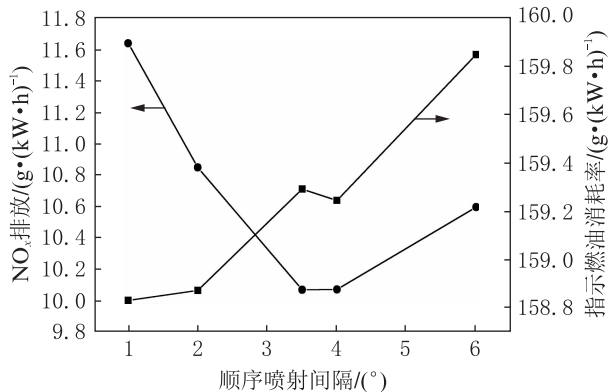
图 19 顺序喷射间隔对 NO_x 排放和指示燃油消耗率的影响

图 20 为不同顺序喷射间隔下的放热率曲线,图 21 和图 22 为 366° 、 370° 、 374° 、 378° 这 4 个时刻不同顺序喷射间隔下的缸内 NO_x 质量分数分布和温度场。由图 20~图 22 可知:随着顺序间隔的增大,整体喷油持续期变长,峰值放热率逐渐降低,从而降低了 NO_x 生成速率,同时增加了指

示油耗;但当顺序喷射间隔过大时,放热过早,高温持续期增加,同样会引起 NO_x 排放增加。

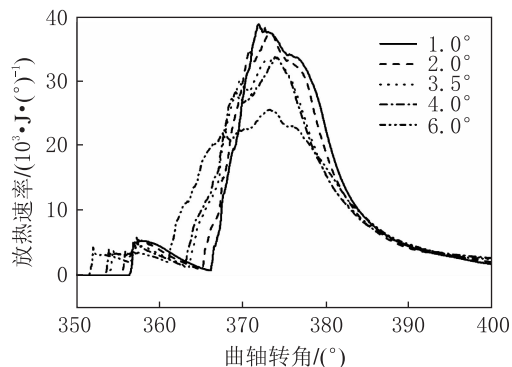


图 20 不同顺序喷射间隔下的放热速率对比

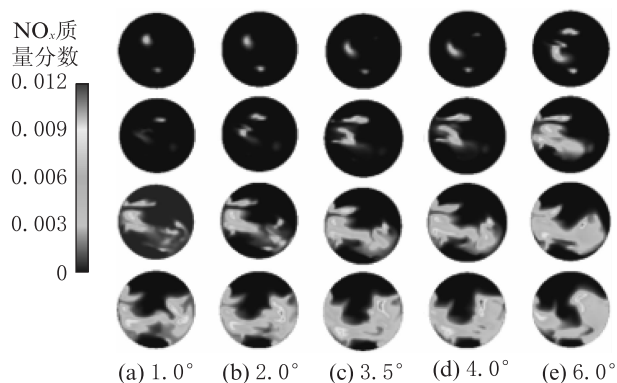
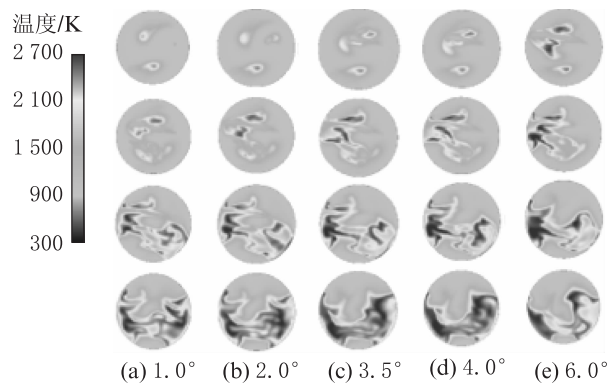
图 21 不同顺序喷射间隔对 NO_x 排放的影响

图 22 不同顺序喷射间隔对缸内温度的影响

3 结论

(1) 采用微种群遗传算法结合 CFD 数值模拟,开展了喷油策略对低速二冲程船用柴油机性能和排放影响的数值模拟研究,结果表明:对于大型船用柴油机的喷油策略,微种群遗传算法可以快速、有效地找到满足排放与油耗要求的最优解。本文优化算例相比原机可以降低 21.27% 的 NO_x 排放,而指示燃油消耗率仅增加 1.96%。

(2) 各个喷油器的预喷参数对大型船用柴油机的缸内燃烧与排放有不同的影响:喷射较早的喷油器的预喷对缸内燃烧和排放的影响是预喷放热与主喷滞燃期缩短综合作用的结果;在喷油器对置并采用顺序喷射的条件下,喷射稍晚的喷油器预喷对缸内燃烧和排放的影响因素主要是预喷放热本身。

(3) 顺序喷射对大型船用柴油机的性能与排放有显著影响:随着顺序喷射间隔的增大, NO_x 先减小后增大,而指示燃油消耗率整体上持续增大。选择合适的顺序喷射间隔有助于平衡 NO_x 排放与指示燃油消耗率。

参考文献:

- [1] ASARIOTIS R, BENAMARA H, HOFFMANN J, et al. Review of maritime transport 2010[J]. Review of Maritime Transport, 2009, 13(4): 251-257.
- [2] KYRTATOS N P. HERCULES ABC, a 10-year major R&D effort towards the next generation large marine diesel engines [J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012, 48: 1068-1077.
- [3] SHUAI S, ABANI N, YOSHIKAWA T, et al. Evaluation of the effects of injection timing and rate-shape on diesel low temperature combustion using advanced CFD modeling [J]. Fuel, 2009, 88: 1235-1244.
- [4] SHUNDOH S, KOMORI M, TSUJIMURA K, et al. NO_x reduction from diesel combustion using pilot injection with high pressure fuel injection[C/OL]. SAE Paper, 1992, 920461. (1992-02-01)[2017-09-20]. <http://papers.sae.org/920461>.
- [5] HOTTA Y, INAYOSHI M, NAKAKITA K, et al. Achieving lower exhaust emissions and better performance in an HSDI diesel engine with multiple injection[C/OL]. SAE Paper, 2005, 2005-01-0928. (2005-04-11)[2017-09-20]. <http://papers.sae.org/2005-01-0928>.
- [6] 邹宪. 采用缸内净化满足船用柴油机 Tier II、Tier III 法规的数值模拟研究[D]. 天津: 天津大学, 2016.
- [7] KRISHNAKUMAR K. Micro-genetic algorithms for stationary and non-stationary function optimization[J]. Proceedings of SPIE—The International Society for Optical Engineering, 1990, 1196: 289-296.
- [8] KIM M, LIECHTY M P, REITZ R D. Application of micro-genetic algorithms for the optimization of injection strategies in a heavy-duty diesel engine[C/OL]. SAE Paper, 2005, 2005-01-0219. (2005-04-11)[2017-09-20]. <http://papers.sae.org/2005-01-0219>.
- [9] BEALE J C. Modeling spray atomization with the Kelvin Helmholtz/Rayleigh-Taylor hybrid model[J]. Atomization & Sprays, 1999, 9(6): 623-650.
- [10] WANG H, REITZ R D, YAO M F. Comparison of diesel combustion CFD models and evaluation of the effects of model constants[C/OL]. SAE Papers, 2012, 2012-01-0134. (2012-04-16)[2017-09-20]. <http://papers.sae.org/2012-01-0134>.
- [11] YUN H, REITZ R D. An experimental study on emissions optimization using micro-genetic algorithms in a HSDI diesel engine[C/OL]. SAE Paper, 2003, 2003-01-0347. (2003-03-03)[2017-09-20]. <http://papers.sae.org/2003-01-0347>.

中国内燃机学会理事简介

黄震, 现任上海交通大学副校长, 讲席教授、博士生导师, 上海市政协副主席, 民进中央副主席, 民进上海市委主委, 全国政协常委。

黄震于 1982 年毕业于上海交通大学动力机械工程系, 1988 年获工学博士学位。多年从事发动机燃烧与排放控制、石油替代与新能源汽车、大气污染控制及能源政策战略研究, 先后主持和完成国家 973 重大基础研究课题、国家自然科学基金重点与面上项目、国家 863 项目、国家科技攻关项目和上海市重大、重点课题项目多项。获国家自然科学基金二等奖 1 项, 国家技术发明奖二等奖 1 项, 省部级科技奖励一等奖 3 项、二等奖 2 项, 1998 年获国务院颁发的国家级专家政府特殊津贴, 1999 年被聘为教育部第二批“长江学者奖励计划”特聘教授, 2000 年获国家杰出青年科学基金, 入选国家百千万人才计划第一、二层次。

黄震兼任动力机械与工程教育部重点实验室主任、能源研究院院长、国际能源问题研究中心主任等。主要学术兼职有中国内燃机学会常务理事、国际二甲醚学会副主席、《能源与动力工程前沿》国际学刊执行主编等。