

基于 GT-Suite 的商用车整车暖机优化设计

Optimization of commercial vehicle warm-up based on GT Suite

董大陆 王震 宋涛

一汽解放汽车有限公司商用车开发院

摘 要:本文主要研究了某商用车暖机过程中, 冷却水升温速度慢, 基于 GT-Suite 软件建立了整车冷却系统模型, 通过对各子系统的优化, 提出了解决冷却水升温的方案。

关键词: 商用车、暖机升温、冷却系统、GT-Suite、

Abstract: This paper mainly studies the slow heating speed of cooling water in the warm-up process of a commercial vehicle. Based on GT-suite software, the whole vehicle cooling system model is established. Through the optimization of each subsystem, the solution to the cooling water temperature rise is proposed.

Key words: Commercial vehicle, Warm-up, Cooling system, GT-suite

1. 引言

商用车一直以来是经济发展中重要角色之一, 在各层面服务着国民经济的发展, 但商用车的发展也面临着挑战, 一方面国家商用车排放法规升级, 排放与油耗要求也日益严格^[1]; 另一方面人们对更美好生活的需求, 对商用车舒适性要求也越来越高。整车冷却系统对用户感知舒适性起到重要作用, 尤其在冬季对暖机效果要求较高, 如何实现在低温下发动机快速暖机成为整车舒适性提升的关键影响因素。

本文研究基于一款中型商用车, 其暖机速度慢, 冬季条件下驾驶室暖风温度低, 提升温度速度慢, 而暖风的效果主要取决于发动机出水温度, 因此建立了基于整车冷却系统模型, 以优化发动机水温提升速度为目标^{[2][3]}。

2. 整车冷却系统模型建立

商用车整车冷却系统示意图如图 1 所示, 在冷却水低温时, 冷却水走小循环, 当冷却水温较高时, 冷却水走大循环, 整车冷却系统对冷却水进行冷却^{[2][3]}。

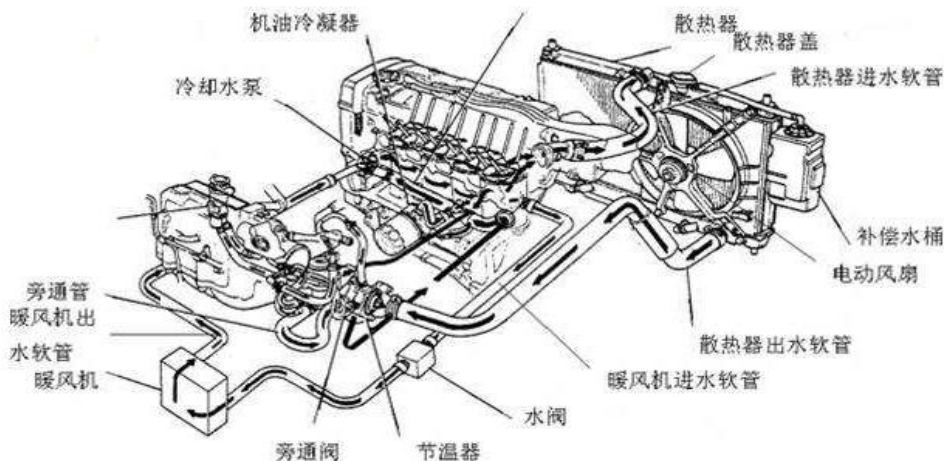


图 1 商用车冷却系统示意图

2.1 基于 GT-Suite 的一维模型建立

利用 GT-Suite 软件平台搭建整车暖机模型^[4], 模型主要包含整车模块、发动机性能模块、冷却系统模块、润滑系统、摩擦系统等相关模型, 如图 2 所示, 通过 C-WTVC 工况来计算分析整车升温过程, 研究如何快速的满足整车升温需求。分析基于相同整车运行工况, 采用相同的换挡策略, 也就是说发动机工况相同状态, 发动机水温的快速提升在此主要受整车及发动机冷却系统散热性能影响。发动机燃烧模型采用双韦伯函数放热率模型 EngCylCombDIWiebe 进行预测燃烧, 缸内传热采用 WoschniGT 模型, 相关燃烧模型及传热模型参数在发动机模型中进行了校准。

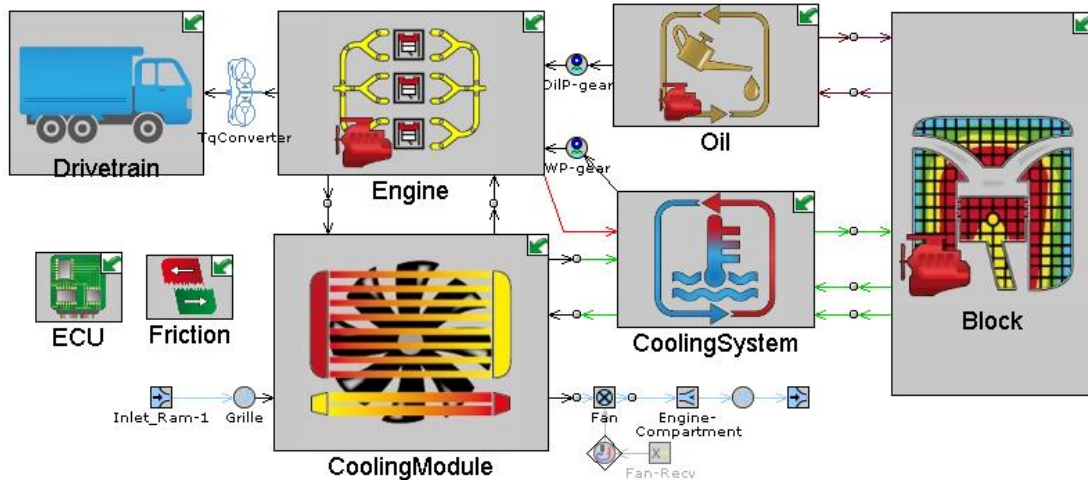


图 2 基于 GT-Suite 整车冷却系统模型

2.2 边界条件

整车参数、发动机参数、变速箱、以及散热系统与润滑系统等信息按照实际整车进行输入并校准, 模型中整车部分参数及发动机参数如表所示,

表 1 模型中整车及发动机部分参数

项目	参数	单位	数值
整车	总重	kg	18000
变速箱	档位总数	-	8
发动机	排量	L	4.8
环境计算条件	温度	K	253

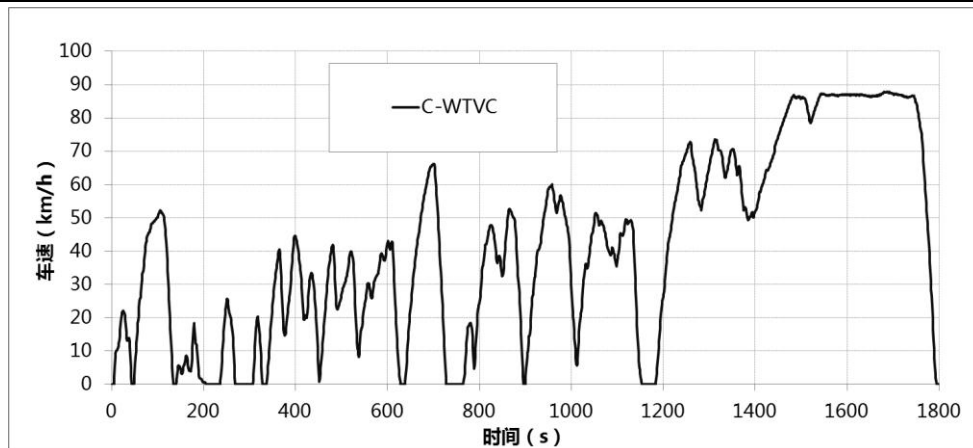


图 3 C-WTVC 循环工况

2.3 计算工况

采用 GB 30510-2018《重型商用车辆燃料消耗量限值》中商用车测试工况 C-WTVC 进行计算, 如图 3 所示, 因为计算分析主要为分析暖机过程, 为了减少运算时间, 计算采用 C-WTVC 工况前 200s 进行。

3. CAE 仿真优化分析

根据整车冷却系统原理, 面对整车在低温工况下使用, 如何快速提升冷却水水温, 原因主要集中在发动机散热量、发动机冷却系统设计、整车冷却系统设计、环境因素四个大的方面, 如图 4 所示。经过原因分析, 分析问题主要原因要集中在发动机冷却系统设计及整车冷却系统设计中, 模拟分析发动机冷却系统循环设计优化, 水泵与水流量优化分析, 整车散热能力优化分析。

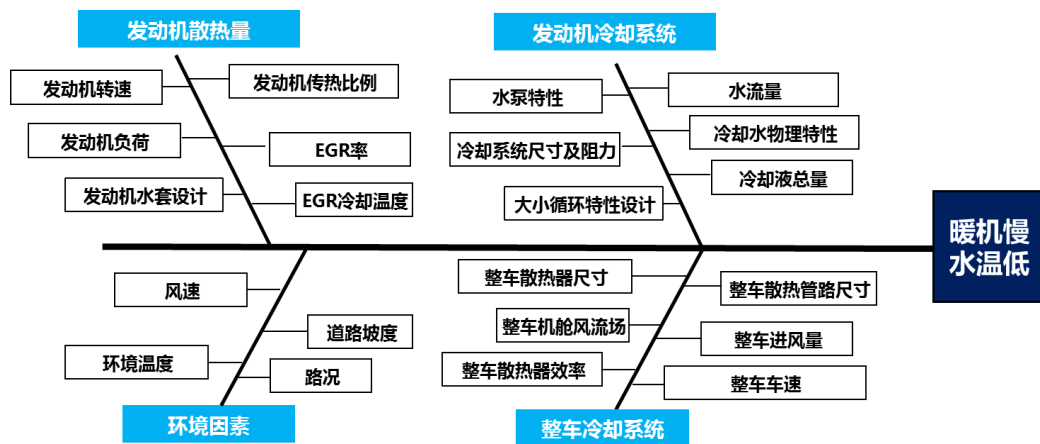


图 4 整车冷却水温低原因分析鱼骨图

3.1 发动机冷却系统小循环优化

为了满足低温条件下快速提升冷却水温度, 优化发动机大小循环开启的温度, 在水温较低时冷却水全部采用小循环, 冷却水不通过整车冷却器进行冷却, 通过计算发现原机仅通过大小循环切换的特性调整, 其温度提升水平有限, 即仅优化节温器控制水流对此发动机快速升温过程提升水平有限, 相关计算结果如图 5-6 所示。

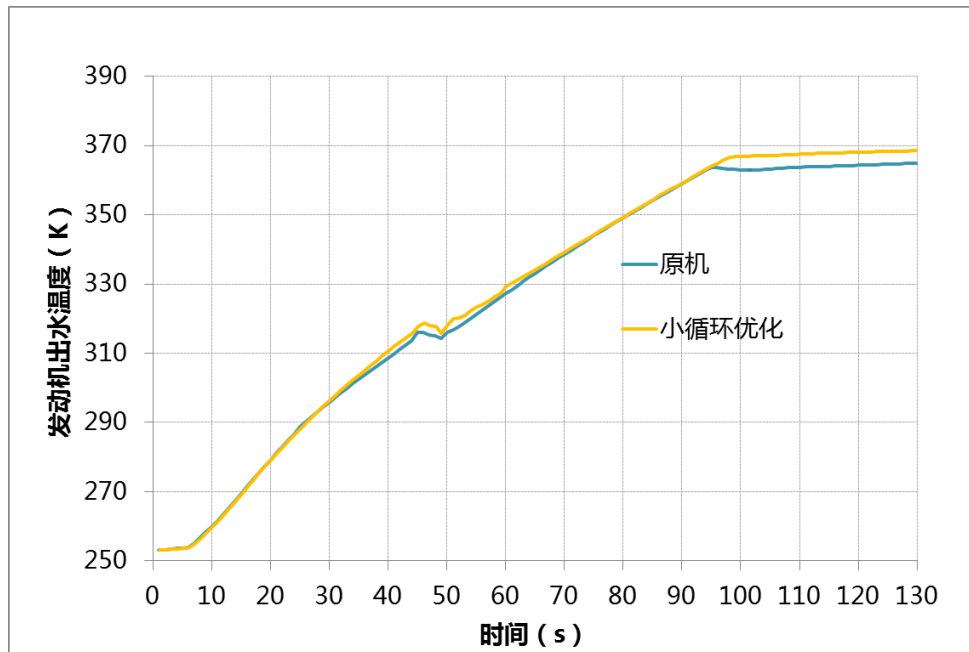


图 5 发动机冷却水循环优化—发动机出水温度变化分析

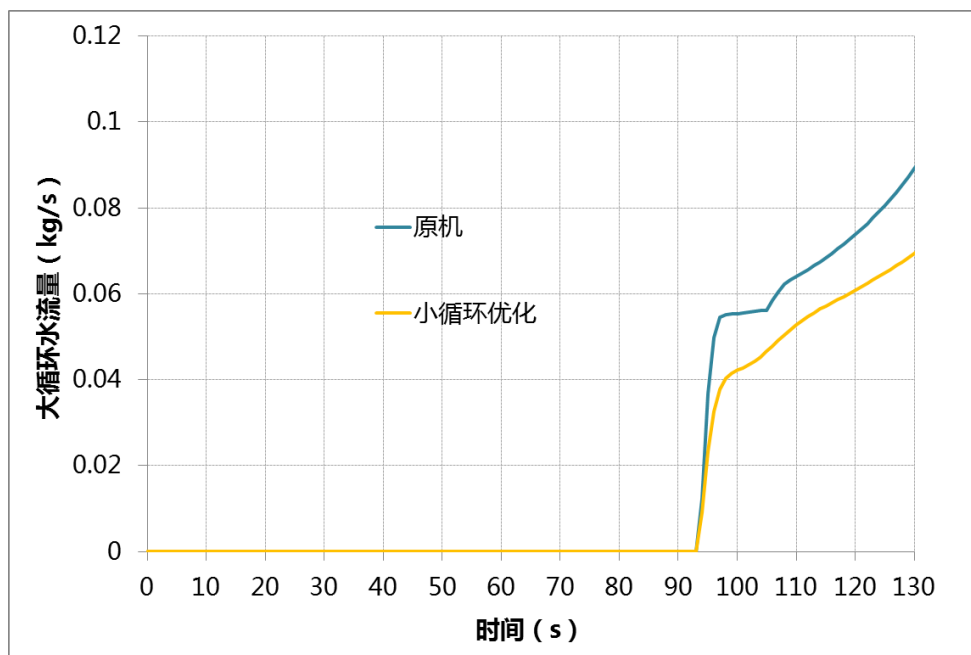


图 6 发动机冷却水循环优化—发动机大循环水流量变化分析

2.2 发动机水泵优化

因发动机工况不变，即发动机散热量不变，为了提升冷却水温度，减少发动机冷却水流量将成为升温的有效手段，因此在满足冷却系统可靠性要求的前提下，减少发动机冷却水流量，并进行了 CAE 计算，计算结果如图 7-8 所示，水流量减少对冷却水提温效果明显，温升提升速度快 15%。原发动机水泵借用同平台发动机水泵，水泵流量通过计算发现偏大，优化水泵后可以满足水温提升需求。

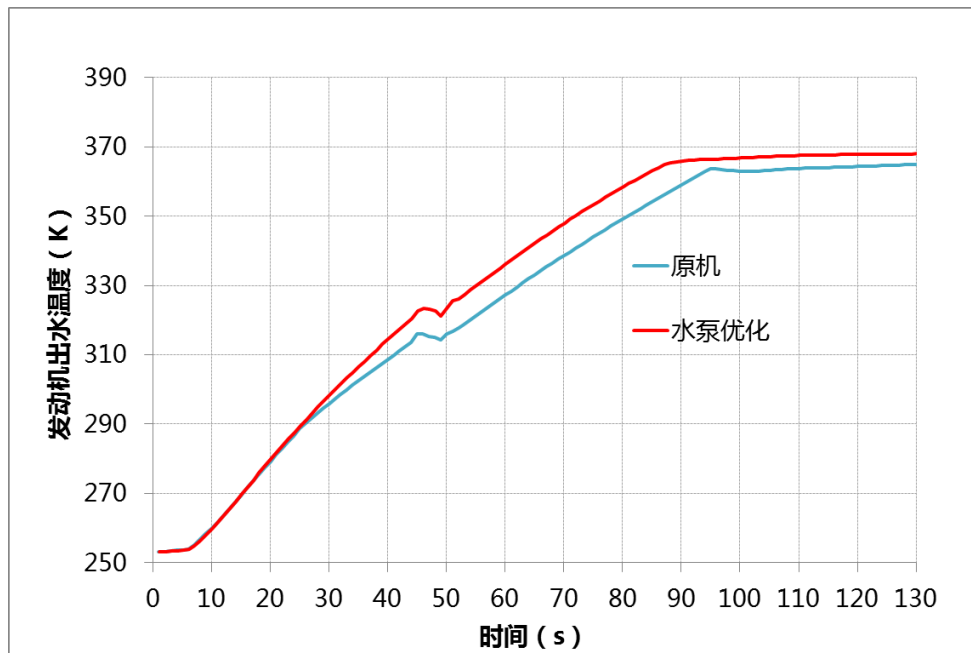


图 7 发动机水泵优化—冷却水温度变化分析

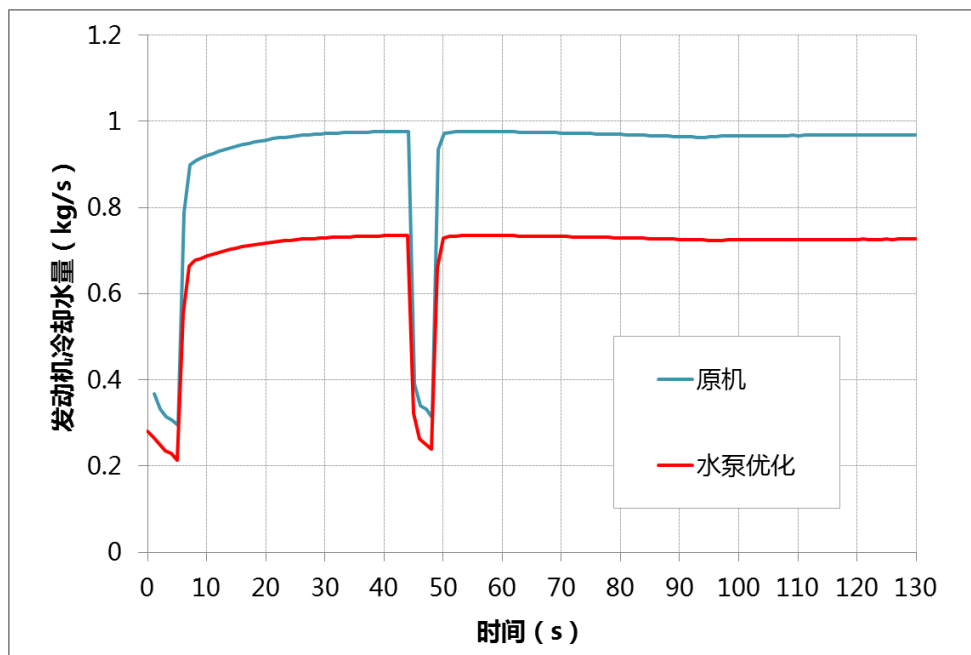


图 8 发动机水泵优化—冷却水流量变化分析

2.3 整车进风量优化

当发动机散热量确定后，整车匹配使用成为温度提升关键，因此整车机舱风量及分配对冷却系统产生影响，由于计算模型仅能对风量进行分析，在模型计算中减少进风量模拟整车进风优化，分析计算结果如图 9 所示，进风量优化对计算工况中暖机过程发动机出水温度影响较小。

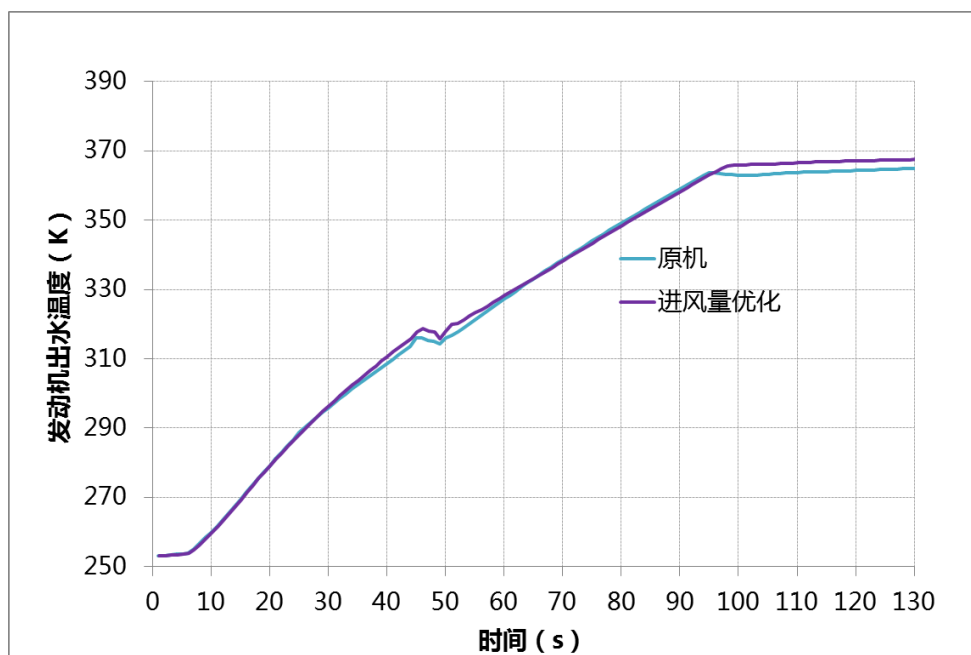


图 9 整车进风量优化—冷却水温度变化分析

4. 结语

基于 GT-Suite 可以对整车热管理进行分析，可集成对冷却系统产生影响的各系统，模型对各系统可进行优化分析，满足产品设计优化要求，通过模型各系统的校准可以使计算模型达到工程使用精度要求。

分析了该商用车暖机过程中，冷却水水温低与升温慢的原因，并提出了改进方案。

通过分析，对于商用车暖机过程中，重点要做好水流量的管理才能满足较快温升要求，并满足暖风系统要求。

5 参考文献

- [1] 付于武，陈秀敏，深刻认识汽车产业发展规律 《中国工程科学》2019（3）： 98-102
- [2] 周宝龙，高宗英，内燃机学.北京:机械工业出版社,2005.
- [3] 陈家瑞,汽车构造.北京:机械工业出版社,2005
- [4] 陆渊，郭凯，邢小伟，基于 GT-SUITE 整车暖机阶段油耗仿真分析，汽车实用技术，2019（8）:115-117