

委外测试\服务开发要求

一、概述

本服务用于_____部门_____项目，预计交货期_____天

二、需求描述

1、需求描述（包括对功能的基本要求）：

1.1 项目背景：

为响应《中国制造 2025》中关于汽车低碳化、信息化、智能化的发展要求，根据未来发动机技术路线可知，为达到 2020 年平均热效率目标 40%、2025 年平均热效率 44%，2030 年平均热效率 48%目标，发动机技术规划将围绕高效节能方向进行展开研究，其中热管理技术节能减排的辅助支撑技术也逐渐被各主机厂重视，国外如大众、PSA、捷豹热管理采用电子水泵、电子节温器等部件及结合先进控制策略，使发动机冷却系统做到精确冷却，从而很大程度降低发动机能耗，提升了发动机经济性。然而，电气化是趋势同时也对当前系统控制带来了挑战，如何合理的定义系统元件的控制策略也成为影响该项技术收益的重要因素。

在此大背景下，以及结合当前 BYD 项目需求，需要通过建模更深入的研究分析发动机和发动机热管理系统的内在相互作用，精确的模拟整个组件的行为。主要研究目的如下：

- 1、研究 EGR 冷却器、中冷器、负载、油冷器对于发动机性能影响
- 2、瞬态工况下冷却系统对车辆性能影响：
 - 气缸结构温升
 - 摩擦、燃油经济性研究
- 3、冷却系统控制策略研究
- 4、缸体结构流动策略的评估
- 5、后处理装置的研究

因此，基于以上情况，本项目需要通过仿真手段，搭建一个系统发动机热管理耦合模型，基于能耗及散热功能，对发动机进行精细化设计，指导硬件选型及元器件控制策略定义。

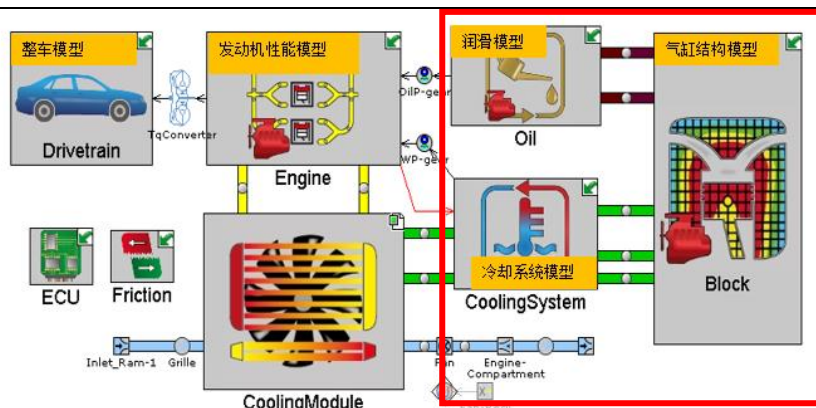


图 1 发动机热管理模型

1.2 项目意义

通过该项目我们可以得到实现以下功能：

- 该项目将运行过程中的寄生能耗降至最低，并优化发动机暖机。
- 通过对发动机冷却系统、润滑系统进行优化，降低发动机冷却、润滑系统的功率损失。
- 通过水温控制提高点火裕度，提高部件疲劳寿命，降低了机油工作粘度
- 实现冷却、润滑系统的最佳设计，指导冷却系统（硬件、策略）匹配
- 水泵、散热器、水路管路设计选型
- 实现电子水泵、电子节温器、可变排量机油泵、活塞冷却喷嘴控制

通过以上功能对节温器温度设点优化、电子水泵策略进行优化、全 map 发动机最佳工作温度进行更合理的定义，结合工程实际问题进行设计优化。

1.3 项目需求

概述：建立一个多物理场发动机 GT-suite 模型（共 4 个模型，即发动机性能模型、发动机气缸热管理模型、冷却模型、润滑模型，其中发动机性能模型由 BYD 提供），通过测试数据校准基准模型。利用校准的模型评估冷却及润滑系统的暖机时间、寄生损失。将冷却、润滑的改进方案在驾驶循环中进行验证，评估这些改变对于发动机油耗的影响，并通过台架试验验证上述改善方案。

工作主要分为 3 部分：1. 仿真建模 2. 分析及优化方案制定 3. 试验验证

1.3.1 仿真建模

1.3.1.1 系统耦合模型搭建

目标：根据发动机预热时间和驾驶循环燃油经济性，量化冷却和润滑回路部件，搭建和校准模型。使用该模型跟踪发动机周围热量产生和传输及其对发动机暖机性能影响。模拟瞬态暖机及分析发动机部件、发动机热管理系统标定对其影响。

工作内容：

1、冷却、润滑系统建模（具有 TMM 和冷却分流管路建模、活塞冷却喷嘴、可变排量机油泵等润滑系统建模）

2、发动机热结构模型子模型建模

3、发动机燃烧热交换子模型建模

1.3.1.2 发动机结构热模型搭建

目标：模拟发动机及流体的热交互过程。利用该模型预测发动机结构和冷却液在稳态及瞬态时的热交换量。利用该模型分析在冷却及润滑策略更改时发动机温度变化。

工作内容：

1、建立及验证一个带热交换瞬态发动机热结构模型。

1.3.1.3 发动机排热模型建模

目标：模拟输入发动机结构和各种热交换器的热量。利用该模型预测发动机及流体的换热量。模拟瞬态发动机燃油消耗率。

工作内容：无，该性能模型由 BYD 提供。

1.3.1.4 发动机冷却模型建模

目标：筛选不同的冷却循环回路部件、搭建及校准，用于预测冷却回路关键位置上的压力、流量，换热器及发动机结构的换热量。

工作内容：搭建及校准的发动机冷却模型

1.3.1.5 发动机润滑模型建模

目标：对于不同的润滑系统部件进行选型以及校准。利用该模型预测不同工况下冷却回路关键位置上的流量压力、换热器和发动机结构的换热量

工作内容：搭建及校准的发动机润滑模型

1.3.2 分析内容

根据以上模型完成以下分析工作：

序号	分析项	备注
1	全 map 发动机最佳工作温度定义分析	通过模型仿真定义发动机最佳工作温度区间。类似 EA888 全 map 最佳水温图
2	发动机暖机性能分析	通过建模评价发动机暖机时间
3	发动机能量平衡计算	仿真计算得出发动机本体能量分配比例，并综合评价发动



		机能量分配情况，给予优化建议
4	冷却、润滑对于摩擦影响分析	通过建模分析冷却、润滑对于发动机整机摩擦功影响（冷却润滑之间交互、润滑对摩擦的影响、机油对摩擦及润滑的影响）
5	发动机润滑系统匹配分析	基于功耗及发动机润滑需求，对发动机润滑系统整体评价，并提出系统优化方案。润滑系统策略、油泵、机油对于发动机润滑性能、整机摩擦及整车油耗影响。
6	发动机 1D 冷却系统分析	基于能耗及发动机冷却散热需求，通过仿真计算对于硬件选型(水泵、散热器、中冷器、流量分配策略、节温器)进行分析，并给与给予优化建议。
7	电子水泵、电子节温器、电子风扇、控制策略定义	1、基于发动机油耗，对节温器节温特性及控制策略进行评价及优化 2、基于发动机油耗，对电子水泵策略进行评价优化 3、基于发动机油耗，对风扇策略进行评价及优化

1.3.3 试验验证

1	试验支持	1、根据仿真试验需求，对 BYD 当前不具备独立进行测试项目进行试验支持，具体试验内容方案待咨询公司交流确认。
2	验证及验收	根据优化方案进行试验验证及验收

2、系统组成

序号	系统组成		备注
1	建模仿真	1、发动机热结构建模	
		2、冷却系统建模	
		3、润滑系统建模	
		4、耦合模型建模	
2	试验测试	-	根据仿真需求确认具体测试方案
3	方案验证	-	系统优化方案



4	项目总结		
---	------	--	--

3、参数指标：

- 1) 要求使用仿真软件为 GT-SUITE 2016
- 2) 模型满足以下技术要求：
 - a) 要求模型时实耦合模型，具备预测性
 - b) 子模型及系统耦合模型精度：要求试验及仿真参数流量、温度、压力结果误差<3%以内
 - c) 模型中影响性能的校准值或边界值，需提供原始数据并说明数据来源。如摩擦值、传热系数等。

4、供应商资质要求：高校合作或者有相关经验的咨询服务公司

三、服务技术标准

无

四、技术培训

1、培训需求：有

需对 BYD 人员进行对热管理建模及校准（冷却、润滑、结构热管理、系统耦合）进行指导培训（现场支持最佳）

五、验收标准

根据交付物及试验报告进行验收。

六、产品交付资料

序号	交付物		备注
1	仿真模型	1. 热管理耦合模型	1. 模型要求 GT-SUITE 2016
		2. 发动机热结构模型	2. 仿真全部输入需整理成 EXCEL 表格提供
		3. 1D 润滑模型	3. 对于仿真建模输入经验值需说明依据及进行解释
		4. 1D 冷却模型	
		全 map 发动机最佳工作温度定义分析	通过模型仿真定义发动机最佳工作温度区间。类似 EA888 全 map 最佳水温图



2	分析报告	发动机暖机性能分析	通过建模评价发动机暖机时间
		发动机能量平衡计算	仿真计算得出发动机本体能量分配比例，并综合评价发动机能量分配情况，给予优化建议
		冷却、润滑对于摩擦影响分析	通过建模分析冷却、润滑对于发动机整机摩擦功影响（冷却润滑之间交互、润滑对摩擦的影响、机油对摩擦及润滑的影响）
		发动机润滑系统匹配分析	基于功耗及发动机润滑需求，对发动机润滑系统整体评价，并提出系统优化方案。润滑系统策略、油泵、机油对于发动机润滑性能、整机摩擦及整车油耗影响。
		发动机 1D 冷却系统分析	基于能耗及发动机冷却散热需求，通过仿真计算对于硬件选型(水泵、散热器、中冷器、流量分配策略、节温器)进行分析，并给与给予优化建议。
		电子水泵、电子节温器、电子风扇、控制策略定义	4、基于发动机油耗，对节温器节温特性及控制策略进行评价及优化 5、基于发动机油耗，对电子水泵策略进行评价优化 6、基于发动机油耗，对风扇策略进行评价及优化
3	试验数据及试验大纲		该项目涉及到的试验
4	试验报告（原始数据）		
5	优化方案及试验报告		提供优化方案及对该方案进行验证提供测试报告
6	项目总结报告		

七、质量保证及售后服务

无

八、其他

无