

某款发动机润滑系统分析

张峰昌 杨文乐 骆富贵

海马轿车有限公司 发动机开发部

摘 要: 利用 GT-SUITE 软件对某款汽油发动机润滑系统进行计算, 分析此润滑系统的机油压力水平和不同机油消耗件在发动机的机油分配。结果显示, 可变排量机油泵相对于定排量机油泵, 在高转速时, 排量变小, 减少了机油泵的功率消耗, 但限压阀开启过早, 造成通过限压阀的流量过多, 机油泵能量过剩, 此机油泵还有优化的空间。

关键词: GT-SUITE 润滑系统分析 可变排量机油泵 限压阀

Abstract: A gasoline engine lubrication system was calculated by using GT-SUITE software, and we evaluated the oil pressure levels and the oil distribution within the engine and the different consumers. The results show that variant displacement oil pump has less displacement at high speed compared to conventional displacement oil pump, and reduced the power loss of engine, but the pressure relief valve opened early, which caused that flow across the pressure relief valve was more and the energy of engine was overplus, so the oil pump can be further optimized.

Key words: GT-SUITE lubrication system analysis variant displacement oil pump pressure relief valve

1 前言

发动机润滑系统在发动机工作时连续不断地把数量足够的洁净润滑油输送到全部传动件的摩擦表面, 并在摩擦表面之间形成油膜, 实现液体摩擦, 从而减少摩擦阻力、降低功率消耗、减轻机件磨损, 以达到提高发动机工作的可靠性和耐久性的目的。因此保证发动机润滑过程的安全性和可靠性是十分必要的。

本文应用辅助建模工具 GEM3D 对润滑系统三维数模进行离散处理后, 联合 GT-SUITE 软件建立发动机润滑模型, 并对其进行分析, 计算发动机自怠速到额定转速之间不同转速下机油压力水平和不同机油消耗件在发动机的机油分配。

2 模型建立

2.1 结构参数

此发动机主要结构参数如表 1 所示

表 1 发动机主要参数表

参数	数值	单位
缸数	4	—
排列方式	In Line	—
进气方式	自然吸气	—

点火顺序	1-3-4-2	—
缸径×冲程	74.8×85.2	mm
活塞销偏心	0.5	mm
机油泵类型	可变排量	—

2.2 计算工况

表 2 润滑系统计算工况

	温度（℃）	轴承间隙	发动机转速
恶劣工况	T1	最大间隙	750-6000RPM
正常工况	T2	名义间隙	750-6000RPM

2.3 建立模型

装配参与润滑的零部件，抽取润滑油流过的管路内腔，导入 GEM3D，生成模型并将几何转换成基本的流体组件，如图 1 所示。最后进行离散，在 GTise 中打开并添加其它的组件（流阻件、轴承等），建好的缸体部分的模型如图 2 所示。

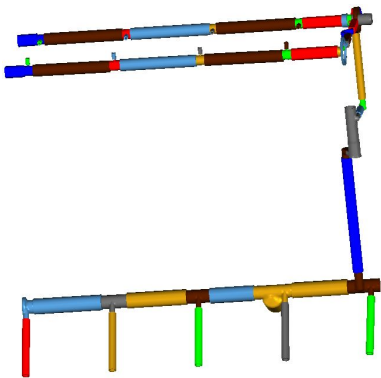


图 1 GEM3D 润滑模型

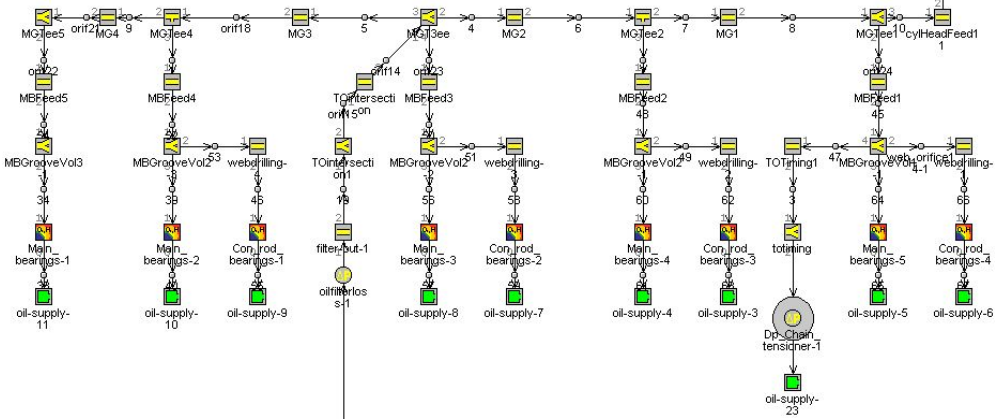


图 2 缸体部分 GTise 润滑模型

润滑系统一维流动模型具有以下特点：

- (1) 计算模型是根据发动机真实尺寸为建立的一维模型，它真实的反映了发动机各润滑节点及管路分布。
- (2) 模型中各种管路都有压力损失，其大小取决于流体类型、温度、流量、管路的结构以及粗糙度。
- (3) 模型中各节点代表实际的机油消耗件，它的特性真实的反映了润滑系统的机油分配。值得指出的是，该节点计算时，假定机油是连续的、不可压缩的。
- (4) 计算分析外界环境条件为曲轴箱内压力，在计算中以 1 个大气压来计算。

3 重要参数

3.1 机油泵控制曲线

此润滑模型采用可变排量机油泵，泵排量由控制曲线输入，体积效率根据各工况下的速度、压力等条件计算后反馈给机油泵，控制曲线如图 3 所示。润滑油的型号为 10W30。

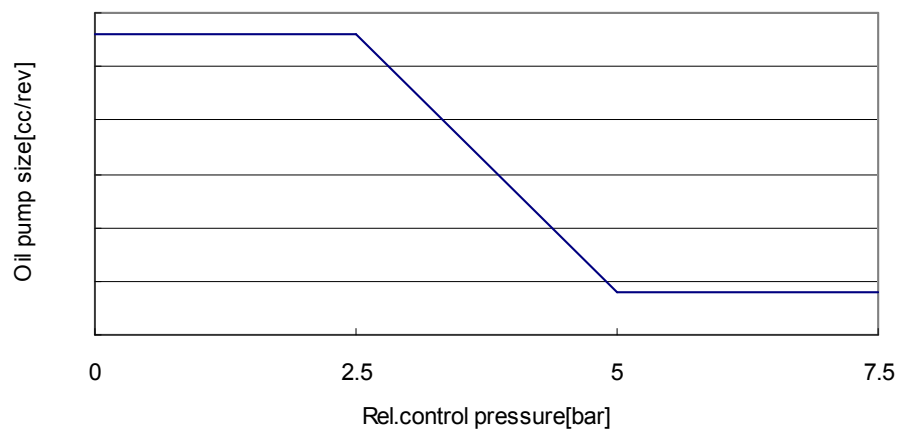


图 3 机油泵控制曲线

3.2 轴承流量 MAP

主轴承和连杆轴承流量由轴承载荷分析计算得到，图 4、5 分别为温度为 T1 和 T2 时的流量值。最后采用 FlowMap 控件输入模型中。

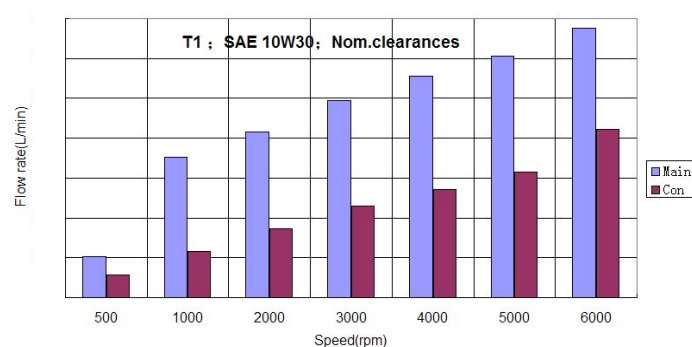


图 4 T1 时不同转速下主轴承和连杆轴承流量

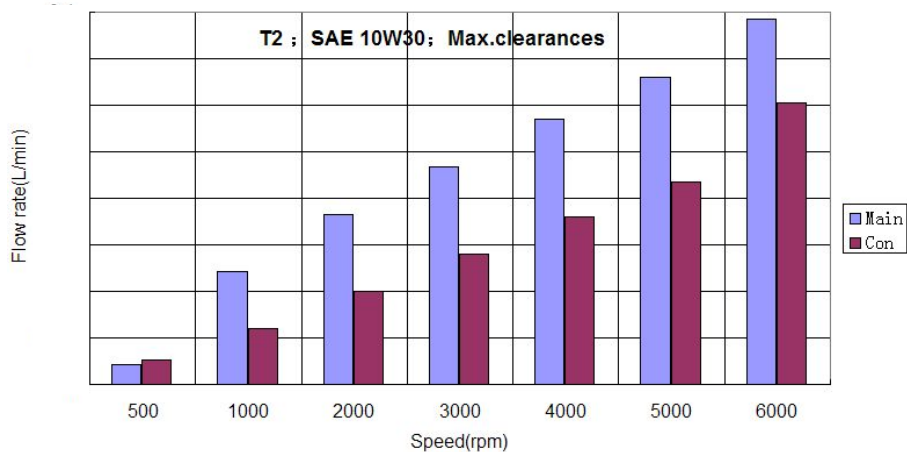


图 5 T2 时不同转速下主轴承和连杆轴承流量

为了节省计算时间，凸轮轴承在另一模型中计算出不同温度、不同转速、不同油压下的流量值，也采用 FlowMap 控件输入模型，部分流量值如图 6、图 7 所示。

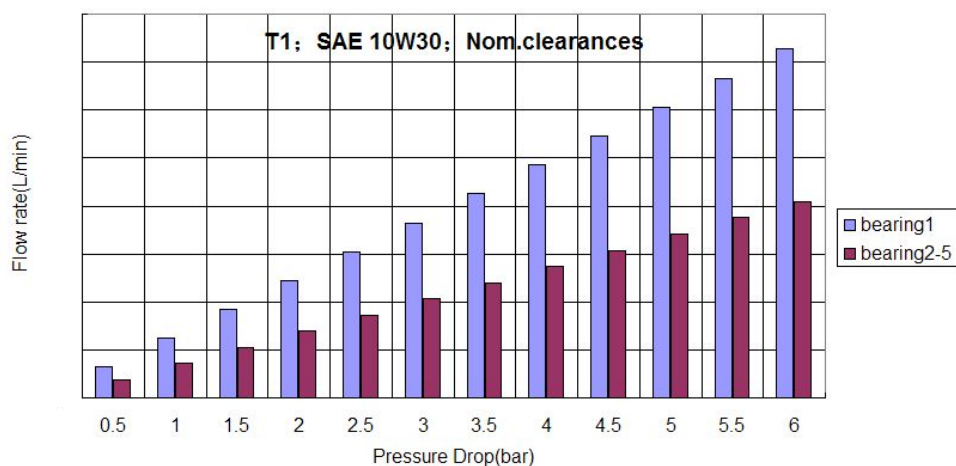


图 6 T1 时不同转速下凸轮轴承流量

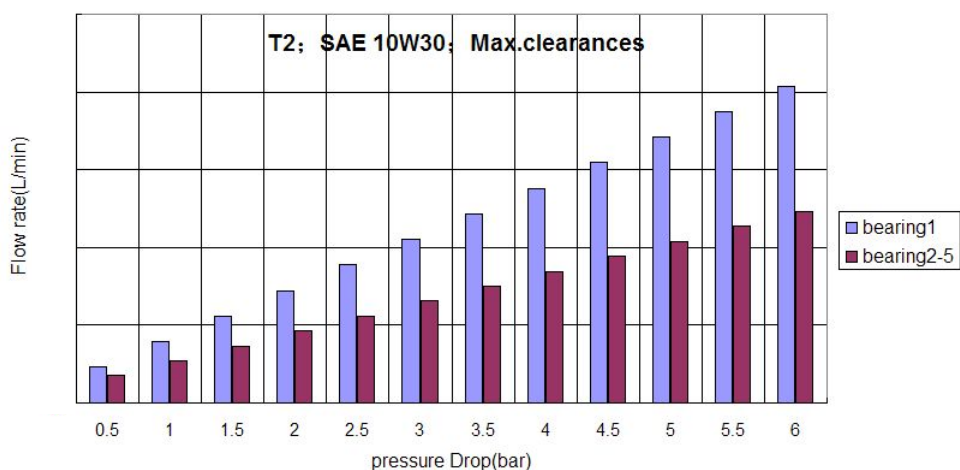


图 7 T2 时不同转速下凸轮轴承流量

3.3 其他耗油件流量特性

此润滑系统结构简单，包含的耗油件有机滤器、正时链喷嘴、OCV 和 VCT 等。其中机油滤清

器和 OCV 的流量特性曲线如下图所示：

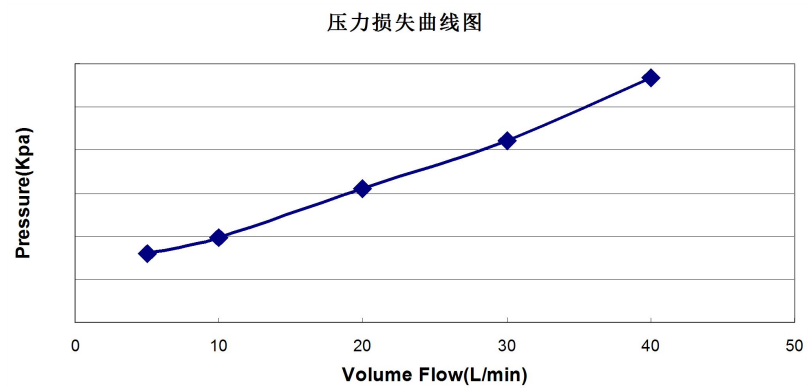


图 8 机滤器流量特性曲线

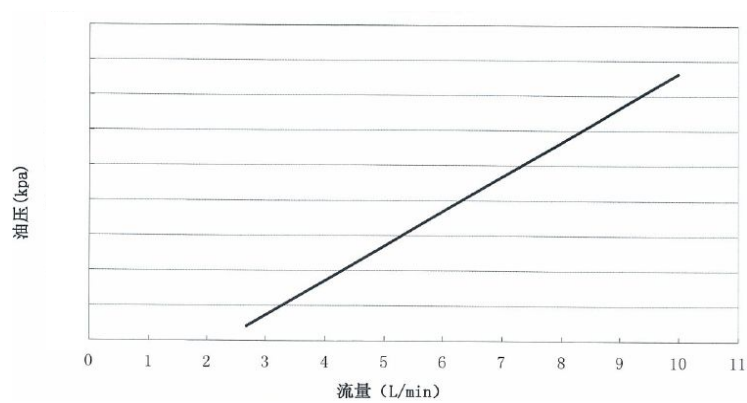


图 9 OCV 流量特性曲线

4 计算结果

4.1 T1 温度时流量分配与压力分布

根据建立的一维模型，计算不同工况下此润滑系统的流量分配和压力分布情况。

图 10 为 T1 时不同转速下润滑系统的流量分配图。

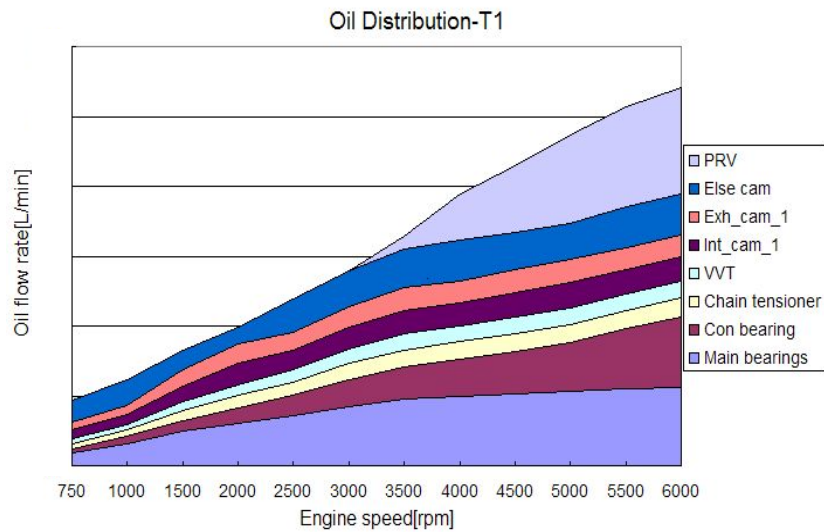


图 10 T1 时不同转速下流量分配图

图 11 为 T1 时不同转速下润滑系统的压力分布图。机油泵在 3000rpm 时排量由最大排量变化到最小排量。

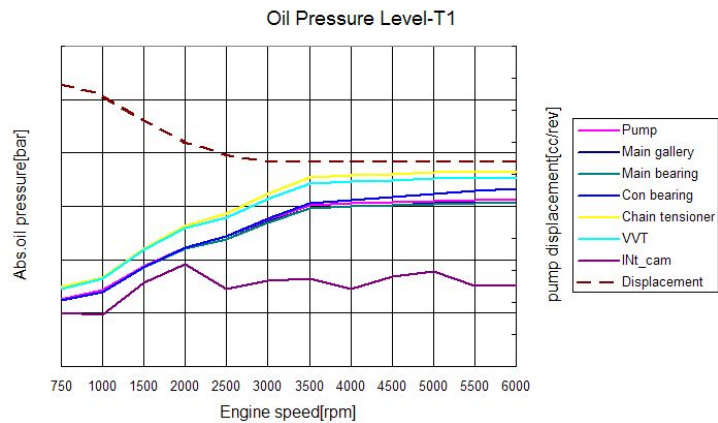


图 11 T1 时不同转速下压力分布图

4.2 T2 温度时流量分配与压力分布

图 12 为 T2 时不同转速下润滑系统的流量分配图。

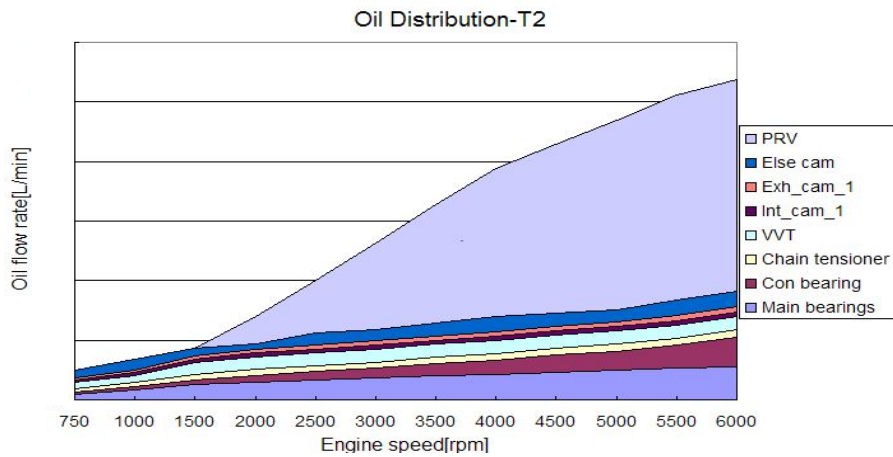


图 12 T2 时不同转速下流量分配图

图 13 为 T2 时不同转速下润滑系统的压力分布图。机油泵在 1500rpm 时排量由最大排量变化到最小排量。

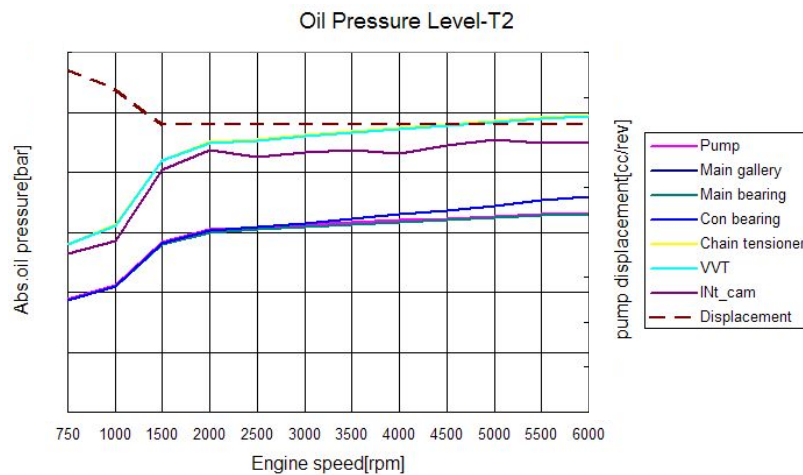


图 13 T2 时不同转速下压力分布图

5 结论

- (1) 可变排量油泵的泵油能力可以满足此润滑系统的压力要求和流量要求;
- (2) 相对于定排量泵, 此机油泵减少了泵出的排量, 可以减少部分功率消耗;
- (3) 限压阀开启过早, 特别是在 T2 温度时, 造成通过限压阀的流量过多, 机油泵能量过剩, 此机油泵排量控制曲线还有优化空间。

6 参考文献

- [1] 陈家瑞编 《汽车构造》第 2 版 上册 机械工业出版社 2009.1
- [2] GT-SUITE 帮助文档