

Optimization Design of the Valve Cover for the KTM 690 Engine

Boran Yin Miaolin Li* Lanyong Zhou Xuhui Yang Junlin Wu

School of Automotive and Traffic Engineering, Guangzhou City University of Technology, Guangzhou, Guangdong, 510850, China

Abstract

The Formula Student China (FSCC) is an automobile design and manufacturing competition in which teams composed of on-campus students majoring in automobile, machinery or other related majors from institutions of higher education participate. In each season, the participating college student teams independently design, manufacture and debug a formula racing car. The KTM 690 engine has the advantages of a relatively light overall weight, low equipped mass of engine accessories and strong low-end torque, so it has become the choice of powertrain for many racing teams. However, since the original factory does not equip it with a camshaft position sensor, it is difficult to achieve the four-stroke ignition mode when using the Motec series of Engine Control Units (ECUs). This article discusses the optimization design of the valve cover of the KTM 690 engine. The main aspects are to add the installation position for the camshaft position sensor and the rigid connection points between the intake system that complies with the competition rules and the engine, enabling the engine to achieve the four-stroke ignition mode, further improving its economy and stability and making the racing car perform more stably and reliably in the competition. The application of this technology can promote the development of this event and racing car technology, and make a positive contribution to cultivating talents with an innovative and practical spirit.

Keywords

FSCC; Camshaft position sensor; valve cover;

KTM690 发动机的气门室盖优化设计

尹泊然 李淼林* 周蓝永 杨旭辉 吴峻霖

广州城市理工学院汽车与交通工程学院, 中国·广东广州 510800

摘 要

中国大学生方程式汽车大赛 (FSCC) 是一项由高等院校汽车或机械等相关专业在校学生组队参加的汽车设计与制造比赛。参赛大学生团队每赛季独立自主设计、制造、调试一台方程式赛车。KTM690 发动机具有整机较轻的优点, 以及发动机附件整備质量低及其低扭强的特性, 成为众多车队动力总成的选择, 由于原厂并没有配备凸轮轴位置传感器, 使用 Motec 系列 ECU 难以实现四冲程的点火模式。本文探讨了 KTM690 发动机的气门室盖优化设计, 主要是增加凸轮轴位置传感器的安装位置及符合大赛规则的进气系统与发动机的刚性连接点, 使发动机实现四冲程的点火模式, 进一步提升经济性和稳定性, 使赛车在比赛中表现更加稳定可靠。此项技术的应用得以推动该赛事及赛车技术的发展, 为培养具有创新实践精神的人才作出积极贡献。

关键词

FSCC; 凸轮轴位置传感器; 气门室盖;

1 引言

中国大学生方程式汽车大赛 (FSCC) 旨在培养学生的

设计制造能力, 同时为新技术与新材料提供了良好的实验平台。但是参加比赛的大多数大学生车队在发动机方面大多数仍然使用原厂的部件, 而对于 FSCC 有些原厂部件还是达不到要求。例如原厂的气门室盖在四冲程点火方面还有有些缺陷, 所以通过自主设计的气门室盖, 可以实现四冲程的点火模式, 从而达到提高稳定性及经济性。

【基金项目】基于 KTM690 的凸轮轴传感器改装 (项目编号: J3124082)。

【作者简介】尹泊然, (2002-), 男, 中国河北定州人, 在读本科生, 从事车辆工程专业研究。

【通讯作者】李淼林 (1982-), 女, 中国湖北黄梅人, 硕士, 副教授, 从事汽车零部件设计, 新能源汽车技术等研究。

2 设计目的

在过去的 23 赛季比赛中原厂的气门室盖未有凸轮轴位置传感器致使车辆无法识别出发动机活塞上止点位置处于排气冲程与压缩冲程, 一直处于二冲程点火模式 (在活塞每

到上止点时进行点火和喷油)，导致油耗增高的同时还会在排气时点燃废气对进排气回火，在标定和路试时对进气歧管造成损伤，使得燃油效率低下，噪声大，由此发动机的性能也不能更好的发挥。故本赛季为加装凸轮轴位置传感器对发动机气门室盖进行了改进，改进为有凸轮轴位置传感器的四冲程点火模式。

3 设计过程

将原厂的 KTM690 气门室盖底部涂抹颜料将其倒扣于 A4 纸上经行拓印进行初步绘图。再通过使用游标卡尺和圆角测量工具对气门室盖边界层和孔位进行初步定位并于 Catia 软件进行绘制。如图 1 所示。

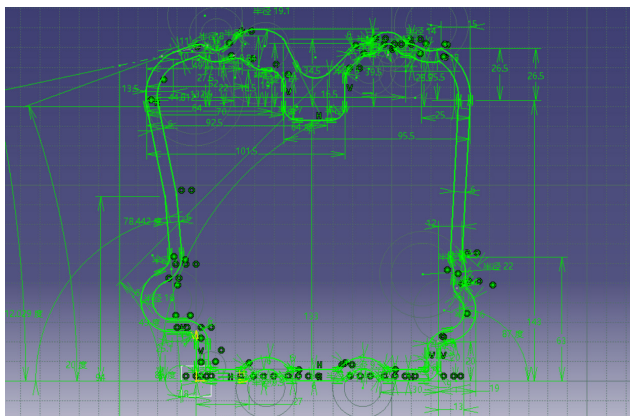


图 1 气门室盖草图

通过 3D 打印的方式对建模不断测试与发动机的装配干涉，以及溢流孔位和螺栓孔位的确定。对建模完成的气门室盖进行分割，以确定凸轮轴位置传感器与识别体的位置关系，及缸盖中的气门摇臂与模型是否有干涉。在初版气门室盖使用填充的为 100% 的聚乳酸材质 3D 打印材料，室温下结构强度满足要求，但在工作温度下材料会软化，为了节省成本采用在聚乳酸材质气门室盖上使用耐火涂料。如图 2 所示。



图 2 耐火涂层的 3D 打印气门室盖

但是经过实践效果并不理想，在长时间的发动机标定

中，部分地方还是会受热软化。最后通过对比不同材料的耐热性决定采用铝合金金属打印。因铝的密度远大于聚乳酸材质，同时又有足够的强度，对此进行表面拓扑优化，同时内部保证 2mm 壁厚进行了掏空，以此来减轻重量和减少成本。分别由图 3，图 4 所示。

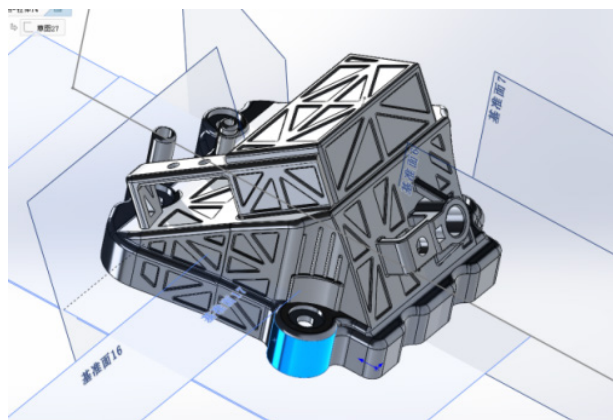


图 3 表面拓补优化

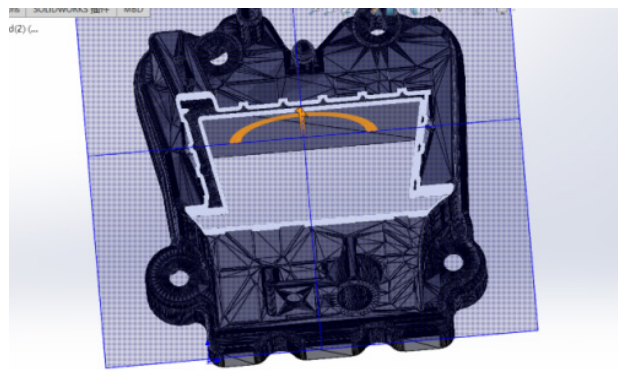


图 4 内部掏空

考虑到 KTM690 采用的是一款大口径单缸发动机所以当发动机运行的时候会产生较大的抖动会对凸轮轴位置传感器和进气歧管与气门室盖链接有影响，所以气门室盖侧面和顶部都设计了刚性连接处，保证凸轮轴位置传感器与气门室盖，进气稳压腔歧管与发动机机体的刚性连接，提高了凸轮轴和进气稳压腔歧管的稳定性。

4 四冲程点火模式传感器的选型

为了感应凸轮轴位置，将原厂的凸轮轴弹簧固定螺丝更换为塞打螺栓，在基本不影响发动机性能的情况下，塞打螺栓头部能被磁铁吸引，因此比较适合作为凸轮轴位置识别体。如图 5 所示。

更换塞打螺栓之后，就需要对传感器选型，可以使用 Motec 软件进行传感器的匹配。由于 KTM690 发动机的曲轴缺两齿，凸轮轴识别点位一个。Motec 里面的发动机转速参

考模式中刚好给我们提供了曲轴缺二齿四冲程这个选项，并且查询该模式的说明书中匹配该模式的传感器有两种可供选择，一种是磁电式传感器，一种是霍尔式传感器。



图 5 更换塞打螺栓后的凸轮轴

发动机同步引脚阈值：磁感应传感器，阈值通常为 0V。霍尔传感器，阈值取高低电平中间值（如 0V → 4.8V 时阈值为 2.4V）。

发动机同步引脚滞后值：磁感应传感器，滞后值随转速变化（例如 0 RPM 时 0.2V，1000 RPM 时 2.0V）。霍尔传感器，固定滞后范围（0.2V-1.0V）。

通过在传感器与气门室盖之间垫垫片的方式来调节不同的传感器磁头与识别体之间的位置，通过软件 Motec 中两种传感器产生的波形图数据来确定最终传感器选型。

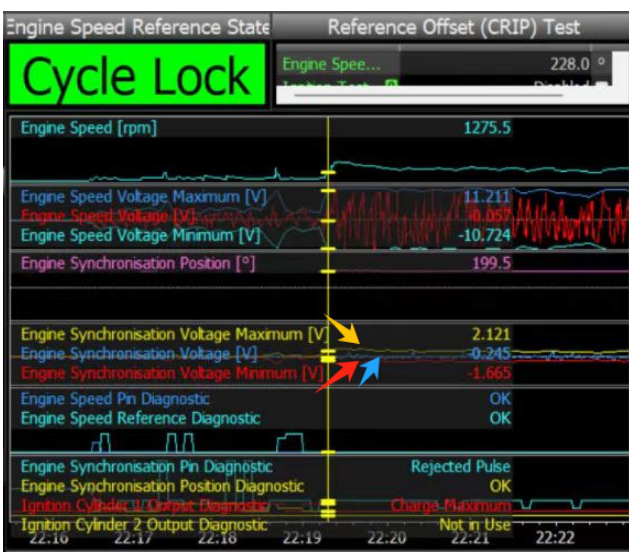


图 6 磁电式传感器波形



图 7 霍尔式传感器波形

通过对比图中 Engine Synchronisation Voltage Maximum、Engine Synchronisation Voltage 和 Engine Synchronisation Voltage Minimum 三者发现磁电式传感器产生的波形大多数的不规则波形并且不明显同时产生的杂波多可能是由于磁性传感器本身的精度产生的。霍尔传感器的精度要高于磁性传感器，产生的波形为规则矩形波且没有杂波。两种传感器都实现四冲程点火模式启动，最后因霍尔式传感器波形明显且不易产生杂波，因此本文最终选择了霍尔式传感器。

5 结论

本文设计的 ktm690 发动机气门室盖与传统的 ktm690 气门室盖相比增加三方面的创新设计。首先增加了发动机进气歧管与发动机刚性连接的基座，该设计可以使进气歧管更加稳定的连接在发动机上面，不会因发动机的抖动而产生进气歧管漏气的风险；其次增加了放置霍尔式传感器的基座，以使在激烈的驾驶中霍尔传感器可以稳固的在气门室盖上面不会因此导致霍尔传感器的识别失效；最后将原厂的凸轮轴弹簧固定螺丝更换为塞打螺栓，可以最大程度的保持发动机的原装性能还使霍尔传感器可以读取到凸轮轴的位置信息，从而实现发动机四冲程点火模式和发动机运行的稳定性及经济系。

参考文献

- [1] 李培红.霍尔式凸轮轴位置传感器的作用及故障诊断[J]. 汽车维护与维修,2012,006: 51-52。
- [2] 李宏.曲轴位置传感器及凸轮轴位置传感器常见故障及检测[J]. 农机使用与维修,2014,008: 51-52。
- [3] 刘昊、彭光正、郭海蓉.灵巧手中霍尔传感器测角精度的仿真研究[J].仪器仪表学报, 2010,10:2254-2259。
- [4] 吕凯、李海岗、黄大江、张明星.基于霍尔效应的凸轮轴位置传感器的故障诊断研究[J].时代汽车, 2022,12:176-178。
- [5] A.S.Dhavale、V.R.Muttagi.International Journal of Engineering Research and Applications[J].Study of Modeling and Fracture Analysis of Camshaft A Review, 2012,6:835-842。