

## 一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	中国重型汽车集团有限公司杭州动力研发中心	
实践单位地点	杭州市萧山经济开发区高新六路 128 号	
实践岗位名称	发动机产品设计	
专业实践训练时间	集中进行	2021 年 07 月 01 日开始 至 2021 年 12 月 31 日结束
		专业实践训练累计 183 天（单位考核前），其中项目研究天数 183 天（单位考核前）
<p><b>(1) 基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</b></p> <p>实践单位简介：中国重型汽车集团杭州动力研发中心是浙江省内燃机学会副理事长单位，浙江大学实践教学基地、浙江大学研究生教育实践基地，是一家集发动机研发、技术设计与生产服务的综合动力研发机构，主要负责重汽集团所有动力总成及集团公司以外各类车用、船用、发电机组和工程机型柴油机的新产品研发、试制以及市场技术配套、服务工作。</p> <p>实习实践内容：发动机强化都面临着如何解决高功率密度下的冷却及可靠性问题。针对某型柴油机在台架可靠性试验后出现缸盖火力面鼻梁区开裂的问题，通过仿真驱动设计，基于该缸盖冷却性能及机械强度协同，开展了某型柴油机的缸盖优化设计，并通过实机缸盖测温验证优化合理。</p>		
<p><b>(2) 项目研究概述（含项目名称、项目来源、项目经费、主要研究目标和技术难点等）</b></p> <p>项目名称：某型柴油机的缸盖优化设计          项目来源：基于集团公司                                  项目经费：100 万元          主要研究目标：以某型柴油机缸盖作为研究对象，进行仿真对比分析，找到缸盖失效的原因，针对性地对缸盖提出了优化方案。          技术难点：缸盖的优化设计要同时满足冷却性能和结构强度，仿真结果需通过实机试验来证明优化合理，最终要解决缸盖失效问题。</p>		

(3) 项目开展情况(含项目研究内容、研究方案及技术路线, 研究团队分工、本人承担任务及完成情况, 存在问题与改进建议等, 不少于 500 字。)

1、项目研究内容、方案及技术路线:

随着发动机技术的不断发展, 发动机的强化程度持续增加, 导致结构复杂的气缸盖承受的机械负荷和热负荷不断提高。本课题工作是针对某型柴油机在台架可靠性试验后出现缸盖火力面鼻梁区开裂问题, 利用 CFD 和 FEA 软件, 基于缸盖水套的冷却效果和机械强度协同进行仿真分析, 对某型柴油机缸盖优化设计, 并通过实机缸盖测温验证优化合理。

技术路线为: 建立仿真模型→仿真分析→优化设计→实机试验及结果分析。

a) 建立仿真模型包括: 建立三维体模型; 网格划分(水套流体网格+固体网格); 设置边界条件(CFD+FEA); 网格无关性分析。

b) 仿真分析包括: 模型的验证; 冷却性能计算同时获取温度场; 热-机耦合计算同时获取结构强度(或寿命分析)。

c) 优化设计包括: 设计参数分析, 提取关键设计参数; 设计优化方案; 优化方案的仿真分析, 给出最终优化方案。

d) 实机试验及结果分析包括: 制作样件, 装机试验, 测温试验; 对比分析仿真分析与实机试验结果, 并指出二者存在差异的原因。

2、研究团队分工、本人承担任务及完成情况:

研究团队分为方案设计、仿真计算、工艺铸造和试验测试四块, 人员覆盖了产品设计所、计算仿真所、杭发公司、试验技术所及试验室。本人主要承担方案设计并积极参与到仿真计算和试验测试中去, 实时跟进仿真、铸造、试验进度/结果。

已完成方案优化定型, 完成新缸盖模具铸造, 通过实机测温试验验证优化合理。

3、存在问题与改进建议:

因开发经验不足, 制定改进方案不明确、同类改进方案制定过多, 在一定程度上浪费仿真计算资源和延长了方案定型时间。

后续开发需加强知识储备, 多学习前人的优秀科研论文、经验, 细心严谨, 做好研发资源的高效利用。

## 二、专业实践训练收获

### (一) 围绕考核评价指标体系，举例说明以下收获（不少于 800 字）

#### 1、知识掌握

通过本次专业实践，理论知识获得大幅提高。

深入了解了发动机冷却系统，发动机的水冷系统为强制循环水冷系统，即利用水泵提高冷却管路内的压力，强迫冷却液在管路内循环流动。典型的发动机冷却系统包括散热器、风扇、冷却液膨胀箱、节温器、水泵、发动机缸盖和缸体内部的水套及其他管路和附加装置。

计算流体动力学是一种分析流体运动状态的方法，通过数值方法求解流体力学控制方程，得到流场的离散的定量描述，并以此预测流体的运动规律。利用这种方法，可以获得复杂流场内各个位置上的物理量（如速度、压力、温度等）的分布及其随时间的变化情况，据此可以描述出流动状态与特征。

流体动力学基本控制方程：质量守恒方程、能量守恒方程、动量守恒方程。

湍流方程模型：流动分为层流和湍流。而当雷诺数大于临界值时，惯性力对流场的影响大于黏滞力，流体流动较不稳定，流速的微小变化容易发展、增强，形成紊乱、不规则的湍流流场。常用标准  $k-\epsilon$  模型。

流固耦合分析：对于某些流体与固体之间的对流换热，热边界条件无法预先给定，而是受到流体与壁面之间相互作用的制约。这时无论界面上的温度还是热流密度都应看成是计算结果的一部分，而不是已知条件。这类热边界条件是由热量交换过程动态地加以决定而不能预先规定的问题，称为耦合传热问题。

热机耦合分析：热-机械应力的求解包括热应力和机械应力的综合作用。将温度场作为热载荷加载到排气歧管上和把发动机的激励及螺栓的轴向力作为机械载荷施加到排气歧管上，根据热机耦合的方法求解出排气歧管的整体应力应变。

#### 2、能力提升

通过本次专业实践，激发学习激情，提高了对所学专业知识的认知和理解，提升了理论联系实际的能力和解决实际问题的能力。

对 CAD、CAE 软件的熟练度进一步提高，对产品设计开发的流程有了更深刻的认识。当前社会技术变革日新月异，我们作为技术科研人员，要转变观念，接收新知识和新技术，并勇于实践创新，同时在试验过程中进一步提高了自己的动手能力和创新思维。

培养了团队协作能力，一个优秀的团队需要互补互助、协同作战。主动沟通学习，懂得合作共赢。

#### 3、素质养成

个人综合素质明显提升。通过本次专业实践，积极性得以充分发挥，创新意识也不断地被激发，有助于培养科研精神。心态更平稳，静下心来能够较深刻的理解问题、任务，抓住问题/任务的关键点。通过专业实践，培养自己以严谨的科学态度

和治学态度做好每一项工作，培养了自己的职业道德和敬业精神。

通过公司和浙大的专业实践合作，拓宽了知识面和眼界，了解了行业趋势。不在死盯着发动机部分，会考虑到给国家碳中和和能源转型做出贡献。

## （二）取得成效

### 1、通过技术应用创新、成果转化、解决企业工程实际问题等取得的经济和社会效益

本实践项目以某型柴油机缸盖作为研究对象，对其冷却性能和结构强度进行了仿真分析，并根据仿真分析的结果，找到缸盖失效的原因。针对性地对缸盖提出了优化方案，仿真分析结果实机试验证明优化方案的合理，解决了缸盖失效问题。优化后缸盖已完成对应新缸盖模具的制作，并用于实际投产，预计年销量在 5W 台左右。

1) 可观的经济效益：因缸盖优化提升，能够承受更高的爆压和热负荷，发动机得以完成性能提升目标，动力性、经济性得以明显提升，对用户来说减少燃油费用支出，对企业来说能够增加产品竞争力，在激烈的商用车市场份额竞争中取得优势和先机。

因缸盖优化后可靠性更好，售后故障率得以下降，对企业来说能够降低售后故障率，降低售后索赔金额。

因所配套机型符合国六 b 排放标准，有利于企业抢占国六市场。

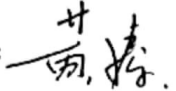
2) 良好的社会效益：2020 年 9 月 22 日，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重提出“双碳”目标，2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。这一重要宣示为我国应对气候变化、绿色低碳发展提供了方向指引、擘画了宏伟蓝图。

在全球各能源消耗部门中，体量占比来看电力和工业是占比最高，交通运输占比第三。交运行业中，商用车占比合计达 77.3%，是重要的减排途径。因此，汽车领域碳排放的首要减排途径将聚焦于商用车。

所配套发动机主要用于中、重型商用车，更低的发动机油耗对应了更低的二氧化碳排放，将直接助力国家节能减排，打赢蓝天保卫战，彰显大国责任感。

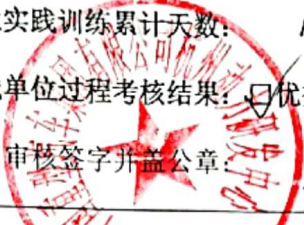
### 2、与学位论文撰写的相关程度

该实践项目与学位论文联系紧密，研究生学位论文选题及内容就来源于该项目研究内容。只是该实践更侧重于产品设计方面，对仿真、试验牵涉相对较少。学位论文需要整体把握，学位论文和实践项目是包含关系和被包含关系，相当于实践项目是学位论文的一部分，为后面的学位论文撰写提供了坚实的基础。

	论文、标准、获奖、成果转化等]	时间等	或申请号等		数
本人承诺					
<p style="text-align: center;">在专业实践训练及考核报告撰写过程中，如实提供材料，严守学术道德、遵循学术规范。</p> <p style="text-align: center;">           签字：  <span style="margin-left: 200px;">2022年5月18日</span> </p>					

### 三、考核评价

<p>校外合作 导师(或现 场导师) 评价</p>	<p>重点对研究生项目研究开展情况、职业素养、行业知识掌握、环境和岗位适应能力、工程实践能力、团队协作能力，以及通过技术创新、成果转化、解决工程实际问题等取得的经济和社会效益等方面的评价：</p> <p>基于发动机汽缸盖设计和排放标准，缸盖在工作过程中，需要承受更大的机械应力和热负荷，进行缸盖优化设计开发，制定了切实可行的技术路线和方案，发现并解决了缸盖裂纹的实际问题。该项目具有代表性，为其他缸盖缸盖优化设计提供了宝贵经验，项目成员密切配合，顺利完成了开发目标，为公司新产品上市提供了支持。新产品汽缸盖可靠度高，具有很强的市场竞争力，取得很好的效益。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：叶云彦 2022年6月1日</p>
<p>校内导师 评价</p>	<p>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术应用创新能力、取得的研究成果、项目研究与学位论文撰写的相关程度等方面的评价：</p> <p>实践训练，环节以某型柴油缸盖为研究对象，采用仿真分析的方法，系统分析了缸盖机械负荷和热负荷复合作用下失效机制，提出了缸盖优化设计方案，表明作者具有较强的工程实践能力和较扎实的理论知识。研究与学位论文密切相关。</p> <p>校内导师签字：刘忠法 年6月2日</p>

<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间: 2021年7月1日 实际实践结束时间: 2021年12月31日</p> <p>专业实践训练累计天数: 183 其中项目研究天数: 183</p> <p>实践单位过程考核结果: <input checked="" type="checkbox"/>优秀 <input type="checkbox"/>良好 <input type="checkbox"/>合格 <input type="checkbox"/>不合格</p> <p>审核签字并盖公章:  2022年6月1日</p>
<p>最终考核 结果审核 备案</p>	<p>考核总成绩 (由现场答辩考核成绩 90%+单位过程考核成绩 10%组成):</p> <p>是否重修: <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>教学管理部 (或相关分院) 审核签字 (公章): _____ 年 月 日</p>

#### 四、相关支撑材料

在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】证明材料原件扫描件，具体提交要求如下：

1. 产品与样机扫描件包含企业证明材料（含产品与样机功能及创新性介绍、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。

2. 授权专利扫描件包含专利证书授权页；未授权专利扫描件包含专利受理书扫描件和专利请求书扫描件。

3. 著作扫描件包含封面、封底和版权页。

4. 软件著作权扫描件包含著作权证书和登记申请表。

5. 论文扫描件包含封面、封底、目录和论文全文（含收录证明）。

6. 标准扫描件包含封面、版权页、发布公告、前言和目次。

7. 获奖扫描件包含显示单位和个人排名的获奖证书。

8. 成果转化扫描件包含企业证明材料（含成果技术说明、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。