

同行专家业内评价意见书编号: 20250855090

**附件1**

**浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）  
同行专家业内评价意见书**

姓名: \_\_\_\_\_ 高涵

学号: \_\_\_\_\_ 22260249

申报工程师职称专业类别（领域）: \_\_\_\_\_ 机械

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年03月11日

## 填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

## 一、个人申报

(一)基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

### 1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

我在机械工程领域具有扎实的理论基础和专业技术知识，系统掌握了机械设计、机械制造、自动控制、有限元分析等核心课程内容，并深入研究了多物理场耦合、计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助工程（CAE）等相关技术。在硕士阶段，我的研究方向聚焦于几何-物理-行为耦合的特种装置模型构建，涉及复杂结构的建模、耦合关系的分析以及多尺度计算方法的应用，涵盖力学、热学、电磁等多物理场的交互机理。

在中国船舶集团有限公司第七〇四研究所的实践过程中，我结合理论与实践，深入学习了特种装置的力学建模方法，利用MATLAB、ANSYS等软件进行有限元仿真分析，并通过实验验证模型精度。同时，我掌握了流固耦合、刚柔耦合等关键技术，研究其对系统性能的影响。此外，我还学习了先进制造技术，如增材制造、智能控制等，拓展了对机械工程在高端装备制造领域的应用认知。这些理论知识和技术储备，使我具备了较强的工程实践能力和创新能力，为未来的科研与工程应用奠定了坚实的基础。

### 2. 工程实践的经历(不少于200字)

在工程实践过程中，我深入参与了中国船舶集团有限公司第七〇四研究所的特种装置数字孪生建模研究，重点围绕几何-物理-

行为耦合的偏流板（PLB）装置展开建模与仿真分析。本次实践涉及三维建模、物理仿真、行为仿真及虚拟仿真平台的搭建，涵盖了从模型构建到数据交互的完整流程。

首先，在几何建模方面，我利用3ds

Max对PLB装置进行高精度三维建模，并采用LOD（细节层次）技术优化渲染性能，减少不必要的计算开销，提高运行帧率。同时，我对复杂机械系统进行了零部件拆分与精简，确保模型既具备结构完整性，又能提高计算效率。

其次，在物理建模方面，我使用Ansys Workbench进行热仿真，结合Fluent

Meshing工具进行网格划分，并通过UDF（用户自定义函数）精确控制边界条件。通过多组数据采样分析PLB在不同工况下的温度分布及变化规律，为设备优化设计提供依据。

在行为建模方面，我利用SolidWorks

Motions动画仿真功能拟合关键节点运动轨迹，分析PLB的升降机构，并在Unity中建立运动模型，合理配置父子驱动关系，确保仿真运动符合实际机械逻辑。

此外，我还参与了基于UDP协议的通信模块开发，使PLB仿真系统能够与船舶控制平台进行数据交互，实现状态信息的实时传输。最终，在Unity中搭建了高保真虚拟仿真平台，并通过C#脚本实现数据可视化交互，使PLB系统具备良好的人机交互体验。

此次实践让我全面掌握了特种装置数字孪生建模的核心技术，提升了工程分析与软件开发能力，同时积累了多物理场耦合分析的经验，为后续研究奠定了坚实基础。

### 3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例（不少于1000字）

在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例

在当今的工程领域，复杂工程问题往往需要综合运用多学科知识和多种技术手段来解决。本人在中国船舶集团有限公司第七〇四研究所进行的专业实践，即几何 - 物理 - 行为耦合的特种装置模型构建项目，便是这样一个典型案例，充分展现了如何在实际工作中运用所学知识攻克复杂难题。

舰船设备在实际运行中面临着诸多复杂问题，如拆卸成本高、维修工况复杂、设备安装调整试错成本高。以航空母舰甲板上的偏流板（PLB）为例，它是一种关键的安全装置，在飞机起飞时起到至关重要的作用。然而，其复杂的结构和恶劣的工作环境，使得对其设计、优化和维护都极具挑战性。传统的设计和维护方法难以满足现代舰船设备高效、可靠运行的要求，因此，构建几何 - 物理 - 行为耦合的数字模型成为了突破困境的关键途径。

### 1. 几何模型构建：从复杂到简洁的优化

PLB 装置包含 2900

余个零部件，原始三维模型过于复杂，无法流畅进行行为仿真，且简单三维软件难以实现高精度渲染。

运用机械制图和计算机辅助设计（CAD）知识，对模型进行简化优化。首先，删除内部不重要的零部件，同时保证外部形态基本不变；其次，将后续会发生运动的模型进行单独合并处理。例如，将受热面板的 54

块小板及后部板筋合并，保留船舱连接面板必要的固定件和外部可见的板筋。此外，利用 3ds Max 软件对模型的材质、灯照以及点线面焊接和圆角进行进一步优化，开启 LOD 功能来节约不同视距的渲染精度，提升运行帧率。通过这些方法，在保证模型关键信息完整性的前提下，大大提高了模型的可操作性和仿真效率。

### 2. 物理模型构建：精准模拟与数据拟合

需要准确模拟 PLB

在服役过程中的物理性能，如温度变化、载荷承受等，以优化其运行效率和可靠性。然而，PLB

所处的工况复杂，受到高温、高速气流以及海水冷却等多种因素的综合影响，物理模型的构建难度较大。

运用热力学、流体力学和材料力学等知识，结合先进的仿真软件 Ansys WorkBench 和 Fluent meshing 工具进行物理模型构建。首先，在 Ansys

中设置好抗热涂层材料性质及输入热值参数，模拟正面面板在高温气流作用下的温度分布情况；然后，结合 Fluent meshing 工具进行网格划分，确保网格质量满足仿真要求。通过 UDF

程序精确控制边界条件，得到丰富的仿真结果。在此基础上，针对不同工况下的多个位置和加载时间进行多组数据采样，利用 MATLAB

软件对数据进行拟合和绘图，得到温度变化曲线，从而为 PLB 的设计优化和运行控制提供了精准的数据支持。

### 3. 行为模型构建：运动逻辑与仿真实现

PLB

的运动机构复杂，涉及到多个液压缸、曲柄连杆机构以及转动主轴等部件的协同运动。如何准确构建其行为模型，实现对运动过程的精确仿真，是项目中的又一关键难题。同时，虚拟仿真软件大多不支持根据约束条件或装配结构来设计运动关系，这进一步增加了行为模型构建的难度。

运用机械原理、液压传动和计算机编程等知识，对 PLB

的运动机构进行深入分析和抽象简化。首先，将模型归为三类：不需要运动的模块、运动逻辑相似的模块和拥有独自运动逻辑的模块。然后，利用 SolidWorks 中的 Motions 动画仿真功能，对模型进行简化，只保留尺寸和关键装配信息，设置线性马达系数作为仿真驱动力，拟合出关键点的运动轨迹。在 Unity

中，通过设置父子驱动节点关系，实现相对运动逻辑的设定，从而精确仿真 PLB

的升降运动过程。例如，将上部分一段杆作为服役板的子节点，液压杆作为液压缸的子节点，当液压缸旋转时，液压杆会跟随旋转，进而驱动服役面板支撑起来，完美实现了 PLB 的运动仿真。

#### 4. 虚拟仿真平台 UDP 通信模块开发：数据交互与系统集成

为了实现 PLB 装置数字模型与船控大平台的数据交互和系统集成，需要开发基于 UDP 的通信模块。然而，UDP

通信涉及到网络编程、数据封装和协议设计等多个复杂环节，且需要确保数据传输的准确性和实时性。

运用计算机网络、数据结构和编程语言等知识，开发虚拟仿真平台 UDP

通信模块。首先，确定通信协议和数据格式，将 PLB 返回的状态与角度信息封装为 JSON 报文形式。然后，利用 C# 语言编写通信程序，实现数据的发送和接收。在 Unity 中，通过 UGUI

系统将数据与实体进行联动，涉及人机交互按钮，同时在页面输出相应文本系统进行信息的实时可视化展示。通过该通信模块，PLB

装置数字模型能够与船控大平台进行高效、稳定的数据交互，实现了整个系统的集成和协同运行。

通过上述综合运用所学知识解决复杂工程问题的过程，最终成功构建了几何 - 物理 - 行为耦合的 PLB 装置数字模型，并在 Unity 中搭建了高保真仿真系统，实现了对 PLB 的设计、性能模拟、运动仿真以及与船控大平台的数据交互等功能。该项目的成果具有重要的意义：

通过对几何模型的优化和物理模型的精准模拟，为 PLB 的设计优化提供了有力支持，减少了实际制造中的试错成本，提高了设计效率和产品质量。

行为模型的构建和仿真，有助于提升 PLB

的操作准确性和安全性，预测故障并支持预防性维护，从而减少了停机时间和维护成本，提高了设备的运行效率和可靠性。

该项目为舰船设备数字孪生系统的开发提供了成功案例和实践经验，推动了数字孪生技术在空天海高端装备制造领域的应用和发展，为未来类似项目的开展提供了有益的借鉴。

(二) 取得的业绩 (代表作) 【限填3项, 须提交证明原件 (包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等) 供核实, 并提供复印件一份】

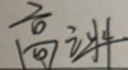
1. 公开成果代表作 【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利 (含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	备注
一种基于时空特征融合的复杂装备剩余使用寿命预测方法	发明专利申请	2024年05月10日	申请号: 2024105808047	2/5	
基于数字孪生的复杂装备剩余使用寿命预测软件V1.0	计算机软件著作权	2024年06月19日	登记号: 2024SR0832788	2/4	

2. 其他代表作 【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

无.

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况

课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 87 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 84 分
<b>本人承诺</b>	
个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！	
申报人签名： 	





浙江大学研究生院  
攻读硕士学位研究生成绩表

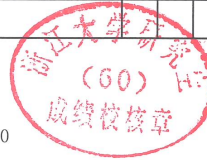
学号: 22260249	姓名: 高涵	性别: 男	学院: 工程师学院	专业: 机械	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 24.0学分	已获得: 27.0学分			入学年月: 2022-09	毕业年月:						
学位证书号:			毕业证书号:			授予学位:					
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2022-2023学年秋季学期	数值计算方法		2.0	92	专业选修课	2022-2023学年秋冬学期	科技创新案例探讨与实践		2.0	85	专业选修课
2022-2023学年秋季学期	工程技术创新前沿		1.5	84	专业学位课	2022-2023学年春季学期	研究生英语基础技能		1.0	70	公共学位课
2022-2023学年秋季学期	新时代中国特色社会主义思想理论与实践		2.0	89	公共学位课	2022-2023学年春季学期	飞机数字化装配技术与系统		2.0	85	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	高性能复合材料制造技术及装备		2.0	91	专业学位课	2022-2023学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	85	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期	高阶工程认知实践		3.0	88	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	研究生论文写作指导		1.0	93	专业学位课
2022-2023学年冬季学期	研究生英语		2.0	87	公共学位课	2022-2023学年春夏学期	工程伦理		2.0	85	公共学位课
2022-2023学年冬季学期	产业技术发展前沿		1.5	93	专业学位课		硕士生读书报告		2.0	通过	
2022-2023学年冬季学期	工信交叉前沿技术		2.0	89	跨专业课						

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。  
2. 备注中“\*”表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2025-03-20





# 国家知识产权局

100080

北京市海淀区彩和坊路 11 号 6 层 602 室 北京高沃律师事务所  
王爱涛(010-82873665)

发文日:

2024 年 05 月 11 日



申请号: 202410580804.7

发文序号: 2024051101018440

## 专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 43 条、第 44 条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下:

申请号: 2024105808047

申请日: 2024 年 05 月 10 日

申请人: 浙江大学

发明人: 裘迪, 高涵, 刘振宇, 撒国栋, 谭建荣

发明创造名称: 一种基于时空特征融合的复杂装备剩余使用寿命预测方法

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

权利要求书 1 份 2 页, 权利要求项数: 6 项

说明书 1 份 16 页

说明书附图 1 份 7 页

说明书摘要 1 份 1 页

专利代理委托书 1 份 2 页

发明专利请求书 1 份 5 页

向外国申请专利保密审查请求书 文件份数: 1 份

实质审查请求书 文件份数: 1 份

申请方案卷号: JYXC24FI06210

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。

2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。

3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第 9 条予以审查。

审查员: 宋梦遥

联系电话: 010-62356655

审查部门: 初审及流程管理部



200101  
2023.03

纸件申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 国家知识产权局专利局受理处收  
电子申请, 应当通过专利业务办理系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

# 中华人民共和国国家版权局 计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第13236661号

软件名称： 基于数字孪生的复杂装备剩余使用寿命预测软件  
V1.0

著作权人： 浙江大学

软件开发： 裘迪、高涵、刘振宇、谭建荣

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2024SR0832788

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



2024年06月19日

# 中华人民共和国国家版权局 计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第13236661号

软件名称： 基于数字孪生的复杂装备剩余使用寿命预测软件  
V1.0

著作权人： 浙江大学

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2024SR0832788

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



2024年06月19日