

同行专家业内评价意见书编号： 20250855117

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： 车文侃

学号： 22260719

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05月09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)

在机械专业领域，我始终保持着对基础理论知识与专业技术知识的深入钻研与系统学习，力求在理论与实践之间搭建起坚实的桥梁。

在基础理论方面，我扎实掌握了机械原理、机械设计、工程力学等核心课程，这些知识为我理解机械系统的运作机制、进行创新设计提供了坚实的理论支撑。我深入理解了机械原理的核心概念，如机构运动学、动力学分析，能够运用理论完成复杂机械系统的运动设计与性能优化。材料力学领域，我熟练掌握了强度校核、应力分析等方法，为机械结构的安全设计提供理论保障。同时，流体力学、热力学等基础学科的知识，使我能够在流体传动系统、热交换器设计中综合考虑多物理场耦合效应。

在专业技术知识上，我熟练掌握CAD/CAM软件操作，能独立完成从概念设计、二维图纸绘制到三维模型构建再到数控加工的全流程，这极大地提升了我的设计效率与加工精度。在机械设计实践中，我擅长结合有限元分析进行结构优化，并运用ABAQUS等工具验证设计可靠性。制造工艺方面，我熟悉车铣刨磨等加工工艺及精密测量技术，对智能制造、自动化控制等前沿技术也有深入的了解，能合理规划工艺路线保证加工精度。此外，我还持续关注智能制造前沿，掌握了工业机器人编程、PLC控制系统设计等自动化技术，具备机电系统集成创新能力。

通过理论学习与项目实践的结合，我形成了“理论指导实践-实践验证理论”的闭环学习模式，既能系统性解决工程问题，又能敏锐捕捉技术迭代趋势。这种复合型知识结构使我能够快速适应机械领域的技术升级与产业升级需求。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

本人工程实践的单位为浙江万向精工有限公司。实践的岗位名称为基础研究工程师，实践的主要工作内容是负责产品加工过程中的工艺开发分析和仿真研究工作。

工程实践的主要项目名称为铆压型轮毂轴承单元通用性开发技术研究，项目来源为所在的实践单位，项目经费为10万元。该工程实践的主要研究内容为铆压型轮毂轴承的铆压运动轨迹分析、铆压设备控制原理分析、铆压CAE模拟动作过程仿真以及铆压模拟结果和实际结果一致性分析等一系列的研究分析，形成准则标准，降低铆压型轮毂轴承开发成本。工程实践时间为2023年09月01日至2023年12月31日，共计约121天，其中项目研究约121天。工程实践项目团队有4人，分别是车文侃（项目负责、项目计划跟进）、汪峰（技术支持）、张高峰（铆压性能试验验证支持）、许京亚（CAE模拟仿真分析技术支持）。该工程实践项目研究的技术难点为1、铆压CAE动作过程仿真技术，2、铆压装备过程控制和稳定性保证，3、铆压参数和结构设计优化方法。

通过参与工程实践实践活动，本人深刻体会到了理论与实践的紧密结合，并在多个方面获得了显著的收获。当在工程实践中，遇到了许多课堂上没有涉及的实际问题，通过不断地查阅资料、请教导师，进而深化了对专业知识的理解。例如，在进行铆压CAE仿真分析时，需要从无到有学习有限元仿真分析。通过请教导师有限元的理论知识，和查阅相关文献以及反复实践，最终掌握了关于有限元模拟仿真的相关技能。这种将知识应用于实践的过程，让我对知识有了更深刻的理解和记忆。同时在工程实践中，面对复杂的问题，学会分析问题、查找资料、制定解决方案，并最终解决问题。其次，团队协作能力也得到了提高。

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)

在浙江万向精工有限公司的工程实践中，本人主导了“铆压型轮毂轴承单元通用性开发技术研究”工程项目。本项目的研究目标和拟解决的问题是针对轮毂轴承开发过程中的铆压工艺实现CAE模拟仿真能力并验证准确性，了解铆压设备控制原理并给出判定依据。通过结构优化使得轴承的铆压性能得到提升，进而降低铆压型轮毂轴承开发成本。以下是综合运用所学知识解决工程问题的具体实践过程。

1、项目研究背景

轮毂轴承锁紧方法由传统的螺母锁紧发展为铆压锁紧，铆压工艺具有节能、省材、环保、高效、高可靠性/安全性、装配工艺简化，降低成本等优点。但是铆压工艺作为一种复杂的旋压成形工艺，存在成形过程复杂、内圈滚道变形以及预紧力过大或不足等缺点。尤其是在轴承铆压工艺试生产过程中，工艺工程师通常采用反复调试的方法来确定铆压成形工艺参数，这种主观性的工艺试错方法不仅很难找到最佳的工艺参数组合，而且造成资源的极大浪费。当前公司铆压型轮毂轴承的开发周期长短不稳定，试验结果不理想，因此研究铆压型轮毂轴承通用性开发技术形成相关设计准则标准，可以增加开发效率，缩短开发周期降低成本。

2、项目研究内容、方案及技术路线

研究内容、方案及技术路线包括以下几个方面：1、铆压设备研究：铆压设备动作分解和过程控制方法以及控制参数设定依据，形成铆压设备控制原理试验分析报告。2、铆压工艺仿真：材料弹塑性力学性能分析并完成铆压CAE动作过程仿真，形成CAE模拟仿真作业指导书。3、铆压仿真准确性研究：结合实际产品铆压工艺结果进行铆压CAE模拟仿真技术准确性分析。4、铆压参数和结构设计优化：采用仿真方法获得最优的铆压工艺参数和产品结构。5、铆压性能测试论证：铆压仿真得到的最优结果进行性能试验验证。

3、项目主要完成情况

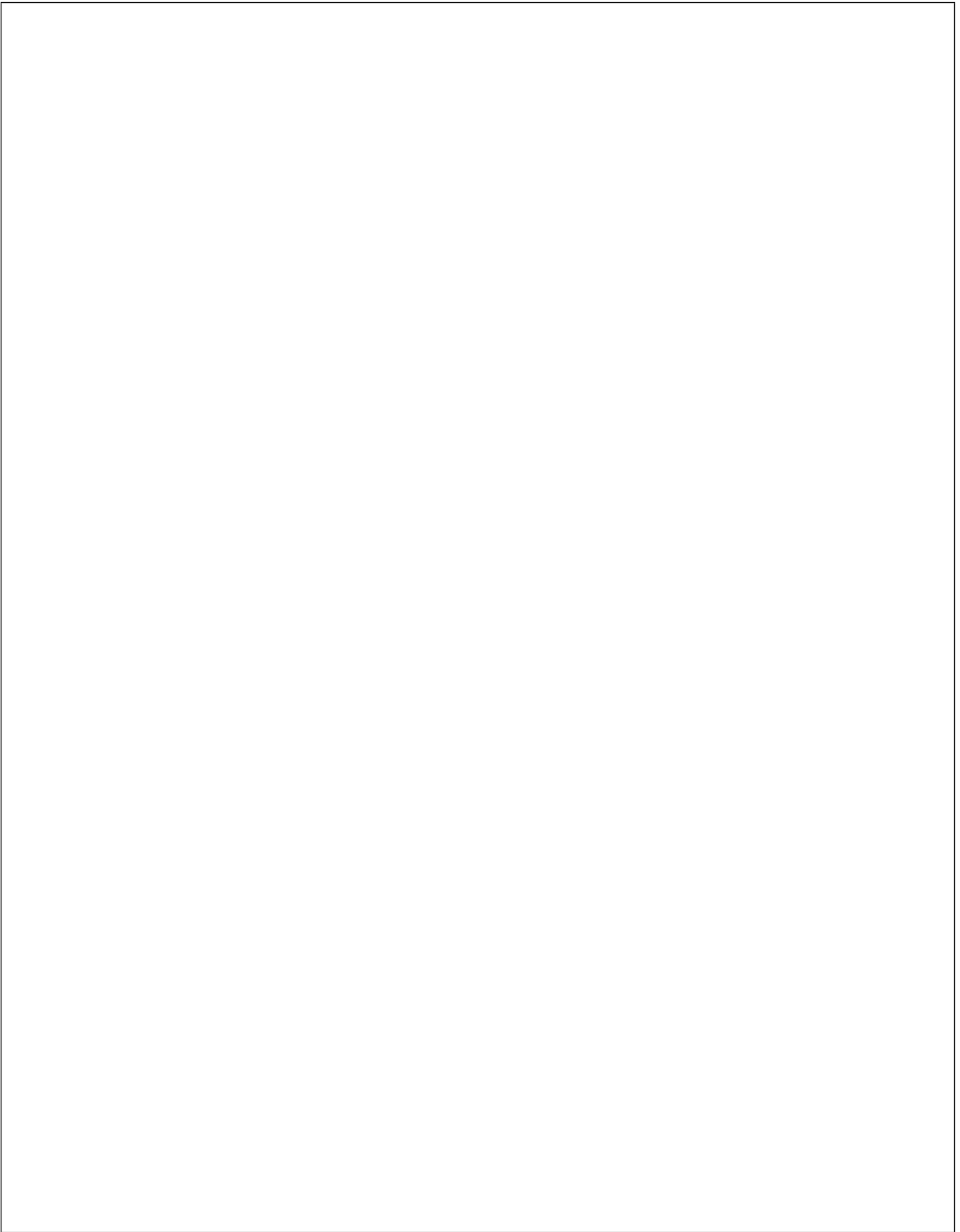
本人主要负责项目主体内容，包括并完成了1、铆压运动轨迹分析：现有铆压设备铆头的运动轨迹为圆轨迹运动，其铆压成形过程曲线为螺旋线。2、铆压设备控制原理分析：采用控制变量的方法针对吉川铆压设备控制原理进行试验分析，明确了两种控制方法（位置控制、推力控制）的控制原理并为新产品铆压工艺选择合适的加工方法给出了判定依据。3、铆压CAE模拟动作过程仿真：利用ABAQUS模拟软件结合材料弹塑性力学性能分析结果构建了轮毂轴承铆压工艺CAE仿真流程，实现了法兰淬火区域和基体不同材料属性的赋值，模拟获得铆压后各个部件的尺寸变化情况。4、铆压仿真准确性分析：三个产品（W-D38、W-C52、T-333）进行铆压模拟和实际铆压尺寸变化情况的对比，表明铆压模拟后各尺寸变化量和实际铆压后测得的变化量差异在0.005mm的范围内，模拟得到铆压轮廓结构相较于实际轮廓结构基本一致没有差异。5、铆压参数和结构设计优化：采用数值模拟仿真和响应面优化方法，针对内圈过渡处结构进行参数优化，获得最优的内圈过渡处结构。并通过铆压松脱力实验和铆压强度试验验证，相较于生产商现有内圈结构样品，优化的内圈结构样品其轴向预紧能力提升了36.4%，铆压强度提高了22.2%，具有较强的轴向预紧能力和较高的铆压强度。

项目的主要成果包括以下方面：1、通过试验分析明确了铆压设备控制原理，并为新产品铆压工艺选择合适的加工方法给出了判定依据。编制铆压设备控制原理试验分析报告1篇。2、实现铆压CAE动作过程仿真并形成CAE模拟仿真作业指导书1篇。3、通过不同产品实际铆压和模拟铆压结果的对比，证实铆压CAE仿真的准确性，可以较好地预测实际铆压后零件尺寸的变化量以及铆压轮廓形状。4、围绕铆压型轮毂轴承单元内圈的结构优化设计，在机电工程杂志上发表了一篇期刊论文。

4、实践启示与能力提升

通过该项目，我深刻体会到复杂工程问题解决需要：系统思维：将机械、控制、数据科学有机融合，构建“理论-技术-

工具”三位一体的解决方案。创新能力：敢于突破传统试错模式，运用先进算法和仿真技术开辟新路径。协同意识：与工艺、生产、质量部门紧密合作，建立跨职能团队协同创新机制。



(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
基于响应面法的铆压型轮毂轴承单元内圈结构优化试验研究	核心期刊	2025年03月20日	机电工程	1/3	
新能源汽车高性能轮毂轴承单元关键技术与产业化	获奖	2024年12月01日	浙江省机械工业联合会 浙科技奖NO.012024040-R05	5/5	浙江机械工业科学技术奖贰等奖

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】

(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: 4.2 年(要求1年及以上) 考核成绩: 91 分
本人承诺	
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: 郭文佩	

浙江大学研究生院
攻读非全日制硕士学位研究生成绩表

学号：22260719		姓名：车文侃		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：24.0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学年秋冬学期		现代测试技术			2.0	91	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		研究生英语			2.0	74	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期		工程伦理			2.0	95	公共学位课	2022-2023学年春夏学期		产品数据管理原理与技术			2.0	90	专业选修课
2022-2023学年秋冬学期		机器人技术			2.0	82	专业选修课	2022-2023学年春夏学期		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学年秋冬学期		自然辩证法概论			1.0	85	公共学位课	2022-2023学年春夏学期		科技写作			2.0	84	专业学位课
2022-2023学年秋冬学期		创新设计方法与工程实践			2.0	84	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		制造物联网技术			2.0	86	专业学位课
2022-2023学年春夏学期		工程技术发展前沿			2.0	92	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		智能制造实训			3.0	91	专业选修课

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：2025-06-03



CNKI 中国知网

www.cnki.net

总库

检索

AI增强检索

出版来源

我的CNKI

?

充值

会员

浙江大...

个人登录

主题

基于响应面法的柳压型轮毂轴承单元内圈结构优化试验研究

Q

问答

结果中检索

检索设置

总库1

中文1

外文0

学术期刊1

学位论文0

会议0

报纸0

年鉴0

图书0

专利0

标准0

成果0

主题

来源类别

学科

年度

研究层次

文献类型

文献来源

作者

机构

基金

OA出版

医学论坛

艾滋病预防

专题

立即查看

电专

点选

检索范围: 总库 主题: 基于响应面法的柳压型轮毂轴承单元内圈结构优化试验研究 主题定制 检索历史 共找到 1 条结果

☐ 全选

☐ 已选 0

☐ 清除

批量下载

导出与分析

排序: 相关性

发表时间↓

被引

下载

综合

显示 20

题名	作者	来源	发表时间	数据库	被引	下载	操作
☐ 1 基于响应面法的柳压型轮毂轴承单元内圈结构优化试验研究	车文凤,李立新,汪维	机电工程	2024-11-05 09:12	期刊	223	↓ ↑ ☆ AI	

相关搜索:

立式铣削加工...

合金钢40CR

悬置后支架

APDL命令流

弹性成形压机

箱形主梁结构

超重型机床

双驱动进给系统

弹性隔套

正交预紧机架

反向器回珠曲线

深压纹机

网箱变形控制

COSMOSXPR...

读者服务

购买知网卡

充值中心

我的CNKI

帮助中心

CNKI常用软件下载

CAJViewer浏览器

知网研学 (原E-Study)

下载中心

标准阅读器

特色服务

手机知网

杂志订阅

数字出版物订阅

广告服务

客户服务

订卡热线: 400-819-9993

服务热线: 400-810-9888

在线咨询: service.cnki.net

邮件咨询: help@cnki.net

新浪微博客服

官方微信

CNKI 中国知网

www.cnki.net

关于我们

CNKI 荣誉

版权公告

客服中心

用户建议

知网招聘

知网推广

京 ICP 证 040431 号 网络出版服务许可证网出证(京)字第416号 京公网安备 11010802020460 号

《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司 KDN 平台基础技术由 KBASE 11.0 提供

网络出版

服务

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2025.03.009

基于响应面法的铆压型轮毂轴承单元内圈结构优化试验研究^{*}

车文侃^{1,2}, 李立新^{3*}, 汪 峰²

(1. 浙江大学 工程师学院, 浙江 杭州 310015; 2. 浙江万向精工有限公司,
浙江 杭州 311202; 3. 浙江大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310000)

摘要:针对轮毂轴承铆压成型后产品铆压强度和稳定性不足的问题,对铆压成型过程进行了原理分析、模拟仿真、优化设计和试验验证等方面的研究。首先,分析了铆压成型设备和原理,获得了铆头运动轨迹方程;采用 ABAQUS 软件构建了轮毂轴承铆压成型有限元模型,并对该模型的准确性进行了验证;分析了法兰轴端变形区域的应变,获得了铆压过程中容易开裂影响铆压强度的区域;然后,应用响应面方法,以铆压预紧力与内圈外径变化量的比值(RPC)为优化目标,对该区域的斜线角度 θ 、斜线距离 L 、圆角半径 R 三个结构参数进行了优化,获得了 RPC 的优化最大值和以上三个结构参数优化结果,并通过数值计算和试验,对优化结果的可靠性进行了验证;最后,针对优化结构后的内圈铆压装配成的轴承,进行了铆压松脱力试验和铆压强度试验。研究结果表明:斜线距离 L 是最显著影响 RPC 的因素,斜线角度 θ 与圆角半径 R 的交互作用对 RPC 的影响也很显著,而斜线距离 L 和圆角半径 R 没有明显的交互影响;使用优化结构后的内圈铆压装配成的轴承具有较强的轴向预紧能力和较高的铆压强度。

关键词:机械强度;铆压成型有限元模型;轮毂轴承;响应面方法;结构优化;铆压预紧力与内圈外径变化量比值

中图分类号:TH133.3;U463.343

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2025)03-0491-10

Experimental study on inner ring structure optimization of riveted wheel bearing unit based on response surface method

CHE Wenkan^{1,2}, LI Lixin³, WANG Feng²

(1. Polytechnic Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310015, China; 2. Zhejiang Wanxiang Precision Industry Co., Ltd., Hangzhou 311202, China; 3. School of Mechanical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310000, China)

Abstract: Aiming at the problem of insufficient strength and stability of the products after riveting forming of wheel bearing unit, a comprehensive study of the riveting forming process was executed by means of the principal analysis, simulation, optimization design and experimental verification. Firstly, the riveting forming equipment and its principle were analyzed, and the riveting head movement trajectory equation was obtained. ABAQUS software was used to construct the finite element model of riveting forming of wheel bearing unit, and the accuracy of the numerical model was verified. The strain of the flange shaft end deformation area was analyzed to obtain the area that was prone to cracking and affecting the riveting strength during the process of riveting forming. Then, the response surface method was applied to optimize the three structural parameters of the diagonal angle θ , the diagonal distance L and the radius R at the region, taking the ratio of the preload to the change of the outer diameter of the inner ring (RPC) as the optimization objective. The optimization maximum value of RPC and the above three structural parameters optimization results were obtained. The reliability of the optimization results was verified by numerical calculation and experiment. Finally, the riveting release force test and riveting strength test were carried out on the bearings assembled by riveting with optimized structure inner ring. The results show that the diagonal distance L is the most significant factor affecting RPC, and the interaction between the diagonal angle θ and the radius R has a significant influence on RPC, while the diagonal distance L and the radius R have no significant interaction influence. The bearings assembled by riveting with optimized structure inner ring have strong axial

收稿日期:2024-07-08

基金项目:杭州市萧山区重大科技计划项目(2020111)

作者简介:车文侃(1992-),男,陕西渭南人,硕士研究生,主要从事轮毂轴承单元技术方面的研究。E-mail:chewenkan@jg.wxqc.cn

通信联系人:李立新,男,副教授,硕士生导师。E-mail:lilixin@zju.edu.cn

荣誉证书

浙江机械工业科学技术奖

为表彰浙江机械工业科学技术奖获得者，特颁发此证。

项目名称：新能源汽车高性能轮毂轴承单元关键技术与产业化

奖励等级：贰等奖

获奖者：车文侃

证书号：浙科技奖 NO.012024040-R05

浙江省机械工业联合会
二〇二四年十二月

