

同行专家业内评价意见书编号: 20240854165

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: _____ 陈旭

学号: _____ 22160064

申报工程师职称专业类别（领域）: _____ 电子信息

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2024年03月19日

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

项目研究对象是工程机械齿轮箱，首先需要掌握齿轮箱的构造、运行原理和常见故障。齿轮、转轴、轴承等是齿轮箱的重要组成部件。齿轮的主要功能是传递运动，其发生故障主要有两大因素，齿轮自身因素和外在因素，自身因素是指在齿轮生产制造过程中，难免出现的直径、齿形等误差，以及日常维护不当，而外在因素则是指在齿轮使用中经常遇到的冲击和过载等情况。齿轮主要的故障类型包括：齿面磨损、齿面点蚀、断齿。轴承在齿轮箱中肩负着承受载荷和保持旋转精度的功能，其主要由外圈、内圈、滚动体和保持架构成。轴承在使用过程中，由于加工误差、装配精度、密封性、润滑、磨损等因素，使其工作性能逐渐下降，并对其自身结构产生不可逆的损伤。轴承的主要故障类型包括：磨损、腐蚀、疲劳和断裂。

开展基于振动数据的齿轮箱故障诊断研究，需要掌握信号处理和深度学习相关知识。对于频率成分随时间发生变化的信号，需从时频分析入手，短时傅里叶变换是一种常用的时频分析方法，其主要思路是“加窗”。另外，连续小波变换与短时傅里叶变换类似，都需要与原始信号乘以一个窗函数，但连续小波变换是一种多分辨率分析方法。至于深度学习，自编码器是一种无监督的用于数据压缩和数据特征学习的神经网络，主要包含两部分：编码器和解码器，编码器将输入由高维空间映射到中间隐含层的表征编码，解码器则是由表征编码对原始输入进行重构，自编码器训练的目标就是缩小输入与重构的误差，进而确保隐含层的表征编码保留了最多的有效信息。

2. 工程实践的经历

在实践过程中，需要对项目中应用到的知识材料进行调研和整理，在这个过程中锻炼了个人资料检索的能力，包括对国家标准、论文专利、企业产品等内容的搜索，同时对检索内容进行梳理，以各类文档形式进行记录或汇报。除此之外，在进行传感器壳体设计和标定过程中，掌握三维设计软件和数据采集软件的使用。在数据分析和算法开发过程中，提升了Matlab软件和Python

语言的使用熟练度。在企业实践中，在与校内外导师、企业工程师的频繁交流中，锻炼了个人协调沟通的能力。

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

通过与企业研发、市场等部门工程师的交流，得知企业产品中市场占有率较高的是一款行星齿轮箱，在齿轮箱中起到支撑、旋转作用的轴承由于时常处在变速变载工况下，导致其易出现故障。在齿轮箱下线质检时，现场工程师通过齿轮箱运行声音人为判断齿轮箱质量，这种方式的诊断结果易受主观因素影响。当产品售出，在客户实际使用过程中，齿轮箱一旦宕机，企业采用直接给客户更换整个齿轮箱的维修方式，再加上误工赔偿，会给企业增加数十万元的成本。目前企业采购了一套进口设备进行齿轮箱状态监测，而设备价格昂贵，连同配套软件价格达到百万级别。为了延长齿轮箱使用寿命，降低维修和研发成本，同时提升企业产品可靠性，以齿轮箱中的轴承为研究对象，开展针对轴承的变转速工况下故障诊断研究具有重要意义。

为了实时监测齿轮箱运行状态，组装了一款新的振动传感器，实现振动数据的准确采集。首先，对齿轮箱的构成、齿轮和轴承的失效形式以及故障振动特性进行分析，并根据所监测齿

轮箱的实际结构参数确定传感器芯片性能参数。然后，对传感器芯片进行封装，迭代设计多版传感器壳体，最终壳体共分为三部分：顶盖、筒壁和底座。为了使传感器位置居中，在顶盖和底座中间开槽，将传感器进行定位，整体结构对称，使得传感器能够完整地测量到沿着壳体轴线方向的振动信号，同时采用螺栓固定的方式，在底座开有螺纹孔，螺栓的强度和连接可靠性保障传感器的测量精度。筒壁与底座采用激光焊接的方式进行加工，保证壳体结构刚度。为了固定传感器，采用了流动性较好且凝固后硬度较高的环氧树脂，同时为了避免凝固的环氧树脂对传感器芯片产生应力，采用保护壳对芯片进行保护，由传感器标定实验的结果验证所组装的振动传感器性能满足要求。最后，将传感器应用于云边协同的信号采集系统，采集实际车辆运行数据。为了解决实际数据故障样本少和故障情况不可控的问题，设计数据采集方案，以轴承状态、转速和负载为实验变量，在综合故障试验台上用所组装的传感器采集数据，构建故障数据集。

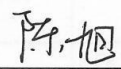
在研究所需的数据基础构建完成后，针对变转速工况下所采的轴承振动信号具有非平稳特性的问题，提出一种基于阶次分析和集成自编码器的方法，首先，原始信号需要经过带通滤波和希尔伯特解调的预处理步骤，将解调后的降噪信号进行角域重采样，将时域非平稳信号转换为角域平稳信号，再通过傅里叶变换得到希尔伯特计算阶次谱；其次，构建由不同类型自编码器并行组成的集成模型，将阶次谱作为模型输入，用bootstrap sample方法对训练样本进行采样从而构建训练集，同时训练多个自编码器从输入中自动提取有效特征，得到各类故障的分类概率；最后综合考虑各个子部件的分类结果置信度，通过软投票的方式，得到最终的分类结果。在综合故障试验台和公开数据集上进行试验分析，验证提出的轴承变转速故障诊断方法能够处理振动信号的非平稳问题，且兼具诊断结果的鲁棒性和准确性。

(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
机械故障诊断及系统	授权发明专利	2023年04月14日	专利号: ZL 2022 1 1421115.9	2/7	
基于李雅普诺夫指数的齿轮箱故障诊断及系统	授权发明专利	2023年04月07日	专利号: ZL 2022 1 1372970.5	4/7	
基于堆叠自编码器的时变转速下齿轮箱故障诊断方法	发明专利申请	2023年07月17日	申请号: 20 2310871721 .9	2/5	

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： 83 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： 1.5 年(要求1年及以上) 考核成绩： 80 分(要求80分及以上)
本人承诺	
<p>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！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名： </p>	

二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

日常表现 考核评价	非定向生由德育导师考核评价、定向生由所在工作单位考核评价： <input checked="checked" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 德育导师/定向生所在工作单位分管领导签字（公章）：  2024年3月20日
申报材料 审核公示	根据评审条件，工程师学院已对申报人员进行材料审核（学位课程成绩、专业实践训练时间及考核、学位论文、代表作等情况），并将符合要求的申报材料在学院网站公示不少于5个工作日，具体公示结果如下： <input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过（具体原因： 工程师学院教学管理办公室审核签字（公章）：) 年 月 日

浙江大学研究生学院

攻读硕士学位研究生成绩表

学号: 22160064	姓名: 陈旭	性别: 男	学院: 工程师学院	专业: 电子信息	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 24.0学分	已获得: 25.0学分	入学年月: 2021-09			毕业年月: 2024-03						
学位证书号: 1033532024602147	毕业证书号: 103351202402600373				授予学位: 电子信息硕士						
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
2021-2022学年秋季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课	2021-2022学年冬季学期	研究生英语		2.0	免修	专业学位课
2021-2022学年冬季学期	模式识别与人工智能		2.0	89	专业选修课	2021-2022学年春季学期	人工智能制造技术		2.0	92	专业学位课
2021-2022学年春季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	90	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	自然辩证法概论		1.0	81	公共学位课
2021-2022学年冬季学期	工程伦理		2.0	83	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	机器人智能控制		3.0	71	专业学位课
2021-2022学年春季学期	智能工业机器人		2.0	87	专业学位课	2021-2022学年秋季学期	优化算法		3.0	95	专业选修课
2021-2022学年秋季学期	分布式控制和优化		2.0	良	跨专业课	2021-2022学年春季学期	工程技术发展前沿		2.0	90	专业学位课
2021-2022学年冬季学期	研究生论文写作指导		1.0	84	专业学位课						

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制 (通过、不通过), 两级制 (及格、不及格), 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: (00)

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2024-04-02

证书号第5880536号



发明专利证书

发明名称：机械故障诊断及系统

发明人：杨秦敏;陈旭;曹伟伟;翁得鱼;邓波;张善睿;张琳

专利号：ZL 2022 1 1421115.9

专利申请日：2022年11月15日

专利权人：北谷电子有限公司;北谷电子（无锡）有限公司
砾谷科技（上海）有限公司

地址：250000 山东省济南市高新区春晖路2966号智造谷20号楼

授权公告日：2023年04月14日

授权公告号：CN 115493836 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共3页)

其他事项参见续页



证书号 第5880536号

专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年11月15日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

北谷电子有限公司;北谷电子(无锡)有限公司;砾谷科技(上海)有限公司;北谷电子有限公司上海分公司

发明人：

杨秦敏;陈旭;曹伟伟;翁得鱼;邓波;张善睿;张琳

证书号第5843095号



发明专利证书

发明名称：基于李雅普诺夫指数的齿轮箱故障诊断及系统

发明人：杨秦敏;翁得鱼;曹伟伟;陈旭;邓波;张善睿;张琳

专利号：ZL 2022 1 1372970.5

专利申请日：2022年11月04日

专利权人：北谷电子有限公司;北谷电子（无锡）有限公司
砾谷科技（上海）有限公司

地址：250000 山东省济南市高新区春晖路2966号智造谷20号楼

授权公告日：2023年04月07日

授权公告号：CN 115420499 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共3页)

其他事项参见续页

证书号第5843095号

专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年11月04日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

北谷电子有限公司;北谷电子(无锡)有限公司;派谷科技(上海)有限公司;北谷电子有限公司上海分公司

发明人：

杨秦敏;翁得鱼;曹伟伟;陈旭;邓波;张善睿;张琳

(19) 国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117147157 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 01

(21) 申请号 202310871721.9

G06F 18/2131 (2023.01)

(22) 申请日 2023.07.17

G06F 18/241 (2023.01)

(71) 申请人 浙江大学

G06F 18/2415 (2023.01)

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

G06N 3/047 (2023.01)

申请人 山东临工工程机械有限公司

G06N 3/048 (2023.01)

G06N 3/0455 (2023.01)

G06N 3/08 (2023.01)

(72) 发明人 杨秦敏 陈旭 文德刚 宋晓颖
曹伟伟

(74) 专利代理机构 杭州浙科专利事务所(普通合伙) 33213

专利代理师 吴昌福

(51) Int. Cl.

G01M 13/045 (2019.01)

G01M 13/04 (2019.01)

G06F 18/15 (2023.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

基于堆叠自编码器的时变转速下齿轮箱故障诊断方法

(57) 摘要

本发明属于故障诊断领域,具体公开了一种基于堆叠自编码器的时变转速下齿轮箱故障诊断方法,包括:同步采集齿轮箱振动信号和转速;对齿轮箱原始振动信号进行滤波降噪和包络解调;利用阶次分析得到阶次谱;将阶次谱作为SAE的输入,SAE共由3层自编码器堆叠而成;将最后一层自编码器的隐含层特征进行N等分,作为注意力模型的输入,注意力模型为每一份隐含层特征生成一个正值权重,经过加权平均得到最终的特征向量;将最终的特征向量作为softmax回归模型的输入,生成属于每一类的概率,实现状态分类,进而实现齿轮箱故障诊断。本发明利用注意力机制能够聚焦信息量更大的特征,进而提升分类的准确度。

