

同行专家业内评价意见书编号: 20240856029

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: _____ 张心怡

学号: _____ 22160023

申报工程师职称专业类别（领域）: _____ 材料与化工

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】

一、对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况

我在浙江大学工程师学院顺利完成了材料与化工专业硕士学位学习，并在有研工程技术研究院有限公司开展了为期一年的专业实践。在此期间，我通过专业课程的学习，系统掌握了材料科学的基础理论知识，还通过广泛的文献调研，深入了解了与研究课题相关的基础知识和最新研究进展。经过在实验室和公司的实践，熟练掌握了磁悬浮感应熔炼炉、Sieverts型吸放氢测试仪、行星式球磨机、Netsch STA 449F3型同步热分析仪等仪器设备的操作方法，并熟练运用XRD、SEM、TEM等结构表征技术，以及PCT、DSC和动力学测试等材料性能评估方法，同时熟练掌握了MDI Jade、Origin、Gatan DigitalMicrograph、Fullprof Suite和Vesta等数据分析处理软件的应用。通过对基础理论知识的深入理解和不断实践，我能够熟练地将所学知识应用于实际问题的分析和解决中。

二、工程实践的经历

在有研工程技术研究院有限公司为期一年的专业实践中，我参与了“锆钴基氢同位素贮存合金的制备与应用”项目研究，该项目是CFETR氦气燃料贮存与供给技术研究项目的一部分，研究目标在于提升ZrCo合金的抗歧化性能和循环稳定性，以解决氢致歧化引起的循环容量衰减问题，这是实现其规模化涉气应用的重要挑战。我主要负责研究微观形貌调控和多元合金化对ZrCo合金吸放氢性能的影响，承担了实验设计、样品制备、测试表征和数据分析等任务，显著提高了ZrCo合金的循环稳定性，取得的业绩包括一项已授权的国家发明专利和一篇即将投稿的学术论文。

在实践过程中，我始终保持着科学严谨的工作态度，追求真理，不断学习新知识，并将理论与实践相结合，不断精进自身的专业技术能力，以期在未来的职业生涯中，保持积极的工作态度，为解决工程技术难题贡献更多的力量。

三、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

在专业实践的项目研究中，我面临的主要问题是如何提高ZrCo合金的抗歧化性能与循环稳定性。ZrCo合金由于具有吸放氢动力学快、室温吸氢平台低、固氢性能好以及无放射性等优异的储氢性能，被认为是可替代贫铀应用于氢同位素储存与供给系统(SDS)的重要候选材料，但ZrCo合金的氢致歧化行为导致其在吸放氢循环中的可逆储氢容量逐渐衰退，严重阻碍了其在涉气领域的推广和应用。

为了解决这一问题，我对ZrCo合金的基本特性进行了深入调研，包括其晶体结构、储氢特性、歧化原理以及国内外研究现状，首先采用了高能球磨技术对ZrCoH₃粉末进行微观形貌调控，探究微观结构对ZrCo合金吸放氢性能和抗歧化性能的影响，并查明循环容量衰退机制，然后针对性地提出后续改性策略。

在实践过程中，我首先对球磨工艺参数进行了优化，包括球磨转速和球磨时间，通过一系列预实验，确定了最佳球磨参数为以500 rpm球磨2时，期间定时停止并逆转方向以防止过热。随后对球磨样品进行了详细的结构表征，包括XRD、SEM和TEM等，证明球磨降低了ZrCoH₃样品的晶粒尺寸并引入了大量微观缺陷。吸放氢性能测试结果表明，以最佳参数高能球磨处理的样品在放氢速率和循环稳定性方面均有显著提升，在380 °C下循环100次后的容量保持率为45.6%，明显高于未球磨样品的22.4%。

为了进一步理解球磨样品循环稳定性提升的机制，对球磨样品的吸放氢相变过程进行了详细探究，发现由于球磨过程中引入的微观缺陷对氢的捕获作用，正交晶型B33相的结构稳定性得到增强，循环过程中主要发生同正交晶型吸放氢反应，从而提高了循环稳定性。进一步深入探究发现，球磨所构造的不是完全的同晶型相变吸放氢反应，且引入的缺陷在高温

下不稳定，是造成容量缓慢衰退的原因，这揭示了构建完全且稳定的同晶型相变吸放氢反应对于实现优异的循环稳定性能的重要作用，为后续的抗歧化改性策略设计指明了方向。

基于以上分析，我进一步采用了更稳定的多元合金化改性策略，设计了五种成分的ZrCo基多元合金，并系统地研究了该合金体系的微观结构以及吸放氢性能，优选得到了具有最优异循环稳定性能的 $\text{Zr}_{0.7}\text{Hf}_{0.15}\text{Nb}_{0.15}\text{Co}_{0.6}\text{Cu}_{0.15}\text{Ni}_{0.25}$ 合金，该合金展现出最高的PCT平台、最快的放氢速率以及最低的放氢反应活化能，并且Hf、Nb、Cu、Ni共取代能够有效地使ZrCo合金的铸态样品主相由立方相向正交相转变，构建了稳定的同正交晶型相变吸放氢反应，在 $380\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下循环100次后的容量保持率为99.3%， $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下循环100次后的容量保持率为93.4%，远高于未球磨样品的5.3%。结合理论计算，阐明了其高温抗歧化性能的增强机制为歧化反应驱动力的显著降低，为材料的进一步优化和应用提供了基础。

(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
具有弱吸放氢晶格畸变的ZrCo基多元金属间化合物的设计、制备方法	授权发明专利	2023年07月18日	专利号: ZL202211413618.1	2/6	
兼具高热稳定性与高结构稳定性的ZrCo基多元金属间化合物及其制备和应用	授权发明专利	2023年09月08日	专利号: ZL202211413612.4	4/6	

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: 84 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: 1.2 年(要求1年及以上) 考核成绩: 86 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: 张山怡</p>	

浙江工业大学研究生院

攻读硕士学位研究生成绩表

学号: 22160023	姓名: 张心怡	性别: 女	学院: 工程师学院	专业: 材料与化工	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: 1033532024602127			毕业证书号: 103351202402600353								
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学年秋季学期	研究生论文写作指导		1.0	90	专业学位课
2021-2022学年秋季学期	储能材料		2.0	92	专业学位课	2021-2022学年冬季学期	研究生英语		2.0	免修	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	储能原理		2.0	89	专业学位课	2021-2022学年春季学期	储能器件与装备		2.0	87	专业学位课
2021-2022学年冬季学期	位错理论与材料强化		2.0	76	专业选修课	2021-2022学年春季学期	金属氢系统		2.0	88	专业选修课
2021-2022学年秋季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	86	公共学位课	2021-2022学年春季学期	能源材料及电池技术		2.0	87	专业学位课
2021-2022学年冬季学期	工程伦理		2.0	93	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	储能系统及应用		2.0	91	专业学位课
2021-2022学年冬季学期	工程中的有限元方法		2.0	80	专业选修课	2021-2022学年夏季学期	自然辩证法概论		1.0	85	公共学位课

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 (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: 2024-04-02

证书号第6153300号



发明专利证书

发明名称：具有弱吸放氢晶格畸变的ZrCo基多元金属间化合物的设计、制备方法

发明人：陈立新;张心怡;戚家程;肖学章;梁赵青;范修林

专利号：ZL 2022 1 1413618.1

专利申请日：2022年11月11日

专利权人：浙江大学

地址：310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

授权公告日：2023年07月18日

授权公告号：CN 115595491 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





证书号第6153300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11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：

浙江大学

发明人：

陈立新;张心怡;戚家程;肖学章;梁赵青;范修林

证书号第6307284号



发明专利证书

发明名称：兼具高热稳定性与高结构稳定性的ZrCo基多元金属间化合物及其制备和应用

发明人：陈立新;戚家程;肖学章;张心怡;梁赵青;范修林

专利号：ZL 2022 1 1413612.4

专利申请日：2022年11月11日

专利权人：浙江大学

地址：310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

授权公告日：2023年09月08日

授权公告号：CN 115747608 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





证书号第6307284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11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：

浙江大学

发明人：

陈立新;戚家程;肖学章;张心怡;梁赵青;范修林