

浙江大学长聘教授（副教授）申报表

姓名:	<u>汪玲</u>
职工号:	<u>0019098</u>
单位:	<u>物理学院</u>
所在一级学科:	<u>物理学</u>
申请长聘教职职位:	<u>长聘副教授</u>
联系电话:	<u>18611621090</u>
E-mail:	<u>lingwangqs@zju.edu.cn</u>

填报日期: 年 月 日

一、简况							
姓名	汪玲	性别	女	出生年月	1979年 07月	国籍	中国
现党政职务				现工作单位	物理学院		
现聘岗位类别	百人计划研究员(自然科学 B 类)			聘任期限	自 2019-05-01 至 2025-06-30		
所在一级学科	物理学						
所在二级学科	凝聚态理论						
从事专业及专长	计算量子多体物理						
最后学历、毕业学校、所学专业、学位及取得时间、导师姓名	博士研究生毕业、波士顿大学、理论物理、理学博士、2009-08、Anders Sandvik						
主要学术兼职	(兼任专业学会、协会职务、专业期刊编委等, 请注名起讫年月) 无						
个人简历 (从大学开始, 采用时间倒序方式填写, 时间不间断)							
学习进修经历	自何年月至何年月, 在何地、何学校(何单位), 何专业, 学习、进修, 导师 1.2002-08 至 2009-08, 波士顿大学, 理论物理, 博士研究生毕业, Anders Sandvik 2.1998-09 至 2002-07, 浙江大学, 物理, 全日制普通高校本科毕业, 陈一新						
工作经历	自何年月至何年月, 在何地、何学校(系所)、何单位任职, 任何职(海外职位英文表述) 1. 2019-05 至 2025-06, 中国, 浙江大学, 百人计划研究员 2. 2015-08 至 2019-04, 中国, 北京计算科学研究中心, 特聘研究员 3. 2012-09 至 2015-07, 美国, 加州理工大学, 博士后(IQIM fellow) 4. 2009-09 至 2012-08, 奥地利, 维也纳大学物理系, 博士后(postdoc) 学习、工作经历如果不连续请说明原因:						

二、立德树人成效概述

2.1 在课程教学、科学研究、指导学生、参与学生社会实践和社团活动、担任班主任、德育导师、新生之友、招生就业等方面落实立德树人根本任务的情况和成效。

在我的履职期间，我承担了多样化的教学任务，包括研究生专业课程《高等统计物理》、本科生通识课程《大学物理乙 I》和《大学物理乙 II》，以及本科生实验课程《大学物理实验丙》。聘期内，第一年免除教学任务，第二、三年平均每年完成 48 学时的教学工作，后三年平均每年完成 96 学时。我始终将教学质量视为核心，持续探索和改进教学方法，以适应不同学生群体的需求。在研究生课程中，我注重夯实学生的理论基础，培养其独立思考能力，推动他们在学术研究中取得显著进步；在本科生通识课程中，我致力于拓宽学生的知识视野，激发学习兴趣。通过精心设计课程内容和不断优化教学方式，我的教学能力稳步提升，教学成效也得到了学生的广泛认可。我获得的教学综合评分由开始的 4.2 分上升为当前的 4.8 分。

在研究生培养方面，我始终投入大量精力进行指导。履职期间，我指导的前单位计科中心研究生张亚磊（硕士）和杨建伟（博士）均于 2022 年底顺利毕业。需要说明的是，二人的学籍因种种原因无法转入浙江大学，但他们的研究均是在我于浙江大学工作期间跟随我完成的。其中，杨建伟作为第一作者我作为通讯作者共发表了 2 篇论文。杨建伟现已成长为青年教师，于 2023 年春夏入职安徽工业大学。在现单位，我招收了两名博士生鲍帅廷和徐蕾，预计分别于 2026 年和 2027 年毕业。在我的指导下，鲍帅廷以第一作者身份完成的论文已被《Physical Review B Letters》接收，徐蕾参与的与实验合作项目论文已发表于《Nature Materials》。此外，我还指导本科生蔡询业顺利完成了毕业设计。未来，我将继续为更多学生的学术成长提供支持与指导。

在 2020 至 2021 学年，我有幸担任了丹青学园 2006 理科实验班的班主任，全程陪伴新生适应大学生活，帮助他们迈好大学第一步。我通过班级会议和个别交流，与同学们分享自身的成长经历和学习经验，鼓励他们在全新的环境中找准定位，合理规划学业与生活，平衡压力与目标，激发他们积极投入学习和探索的热情。为了更好地了解学生，我多次探访学生宿舍，与他们面对面聊天谈心，拉近彼此距离，倾听他们的困惑与心声，及时提供建议与支持。对于学习上遇到困难或考试不及格的学生，我耐心开导，帮助他们稳定心态，分析问题根源，并协助制定切实可行的改进计划。此外，我关注学生的实际需求，积极帮助家庭经济困难的学生申请助学金，确保他们能安心学习；对于生活适应或人际交往有困扰的同学，我也尽力协调资源，提供帮助。在这一年中，我不仅见证了同学们的成长，也在与他们的互动中不断提升自身的管理与沟通能力。未来，我将继续以更大的热忱投入到学生指导工作中，为他们的全面发展贡献力量。

2.2 近 3 年学校年度考核情况

2022 合格 2023 合格 2024 优秀

三、人才培养、教育教学工作概述

3.1 教育理念，本科教育教学、研究生教育教学等情况和成效

自 2019 年 5 月加入浙江大学以来，我始终将教书育人视为核心使命，秉持“注重基础、理论联系实际、循序渐进、积极互动、不断改进”的教育理念，致力于培养学生的批判性思维、创新能力和科学素养。在履职期间，我通过多样化的教学实践和科研指导，将这一理念融入本科生和研究生教育，取得了显著成效。

本科教学：点燃求知火花，激发科学热情

在本科生教学中，我承担了《大学物理乙 I》、《大学物理乙 II》和《大学物理实验丙》等课程，聘期内第二、三年平均每年完成 48 学时，后三年平均每年完成 96 学时。我坚信大学物理不仅是基础知识的传授，更是理解世界的钥匙。为此，我努力将抽象理论与生活实际相结合，设计生动且贴近学生的教学内容。例如，在讲解折射和色散时，我通过“彩虹为何呈弧形”引导学生思考；在电磁感应章节，我结合“手机无线充电”现象激发他们的探索欲望。我还将物理学与学生专业背景相融合，为计算机系学生讲解量子计算中的量子纠缠和并行性，为生物系学生阐释心脏电活动与心电图原理。这种理论联系实际的方式，不仅拓宽了学生的知识视野，也显著提升了他们的学习兴趣。在实验课中，我指导学生完成声速测定、空气密度测定等实验，培养其动手能力和科学思维。教学综合评分从最初的 4.2 分提升至 4.8 分，学生的积极反馈成为我不断改进教学的动力，充分体现了“积极互动、循序渐进”的理念在实践中的成效。

此外，我在 2020 至 2021 学年担任丹青学园 2006 理科实验班班主任，陪伴新生迈好大学第一步。我通过分享个人经历，指导学生找准定位，平衡学业与生活压力，并在宿舍谈心中倾听他们的困惑，提供支持。对于学习困难学生，我帮助他们分析问题、调整心态；对于经济困难学生，我协助申请助学金，确保其安心学习。这一过程不仅帮助学生适应大学生活，也让我在互动中提升了指导能力，践行了“关注学生全面发展”的教育初心。

研究生教学：夯实理论基础，引领科研前沿

在研究生教育中，我教授《高等统计物理》课程，注重“注重基础”与“理论联系实际”的结合。我以“冰块融化”引入热力学基本概念，再过渡到超流、超导等前沿课题，讲解熵、自由能及量子统计的费米子与玻色子差异，帮助学生构建完整的知识体系。我不断优化教学方法，从线上授课到手写推导，从英文教学尝试到根据学生反馈调整内容深度，力求深入浅出。这种循序渐进的教学方式，不仅夯实了学生的理论基础，也为他们的科研工作奠定了坚实支撑。学生在课程中逐渐掌握从现象到理论的思维路径，反馈显示他们对物理图像的理解和应用能力显著提升。

科研指导：授人以渔，激发创新潜能

在研究生培养中，我秉持“授人以渔”的理念，注重科研思维和创新能力的提升。从严格对角化、矩阵乘积算符等基础理论入手，我引导学生逐步深入前沿课题，包括矩阵乘积态切空间的层级构造及其在热力学密度矩阵和动力学含时演化中的应用，以及机器学习在量子多体问题中的拓展。每周组会时，我们共同探讨 Dense Network、Transformer 及生成对抗网络等前沿理论，鼓励学生自主提问并将理论应用于实践。看到学生从入门到独立研究，我深感欣慰，这也正是“激发创新潜能”理念的切实体现。在浙江大学履职期间，我指导的前单位计科中心博士生杨建伟以第一作者身份发表了 3 篇论文，并于 2022 年底获得博士学位，2023 年夏天入职安徽工业大学，成长为青年教师。在加入浙

江大学之后，我招收了两名博士生鲍帅廷和徐蕾，预计分别于 2026 年和 2027 年毕业。目前，在我的指导下，鲍帅廷以第一作者身份发表的论文已被《Physical Review B Letters》接收，徐蕾参与的合作项目论文也已发表于《Nature Materials》。此外我指导的本科生蔡询业完成毕业设计，助力他顺利迈向更高阶段。

未来展望：持续精进，追求卓越

教学与科研指导是一场永无止境的旅程。未来，我将继续探索创新教学方法，如将机器学习融入物理课程，设计更贴近前沿的教学内容，增强师生互动。我也将持续指导学生攻克科研难题，为培养更多具有批判性思维和创新能力的 talent 贡献力量。通过这些努力，我希望点燃学生对科学的热爱，帮助他们在未来的学习与工作中取得更大成就。

3.2 承担教学及人才培养情况

1. 开设课程情况

授课名称	授课时间	授课对象	讲授课时数	授课人数	评估结果
1. 高等统计物理, 2019-2020 春夏, 研究生, 48,37,4.88					
2. 高等统计物理, 2020-2021 春夏, 研究生, 48,18,4.72					
3. 大学物理乙 II, 2021-2022 秋冬, 本科生, 48,89,4.168					
4. 大学物理乙 II, 2022-2023 秋冬, 本科生, 48,78,4.499					
5. 大学物理实验（丙）, 2022-2023 春夏, 本科生, 40,24,4.852 优秀					
6. 大学物理乙 II, 2023-2024 秋冬, 本科生, 48,36,4.732 良好					
7. 大学物理乙 I, 2023-2024 春夏, 本科生, 48,73,4.769 良好					
8. 大学物理乙 II, 2024-2025 秋冬, 本科生, 48,31,无评分					

2. 指导本科生毕业论文（设计）情况

姓名	专业	年级	在候选人指导下获得的奖励
1. 蔡询业, 物理学, 2017,			

3. 指导研究生情况

姓名	研究生类型	专业	年级	在候选人指导下获得的奖励
1. 鲍帅廷, 博士研究生, 物理学, 2021,				
2. 徐蕾, 博士研究生, 物理学, 2022,				

4. 教学学术情况

（包括国家规划教材编写、教学成果奖励、课程建设等方面的情况。有合作情形的，请注明个人贡献）

四、主要学术成就（含学术研究概述、代表性成果与贡献点，总体不超过 2000 字）

(包括学术研究方向、创新点、贡献及代表性成果, 不超过 500 字)

本人致力于强关联量子多体系统的计算方法开发与理论研究, 聚焦高精度数值算法(如精确对角化、DMRG 及神经网络量子态方法), 揭示量子磁性材料中的新奇物态与临界行为。参与实验合作, 形成“方法开发—物理问题求解—实验验证”的闭环科研模式。

原创性数值方法:

1. 发展了矩阵乘积态针对低能激发态的投影计算方法(结合 $SU(2)$ 对称性)。
2. 用矩阵乘积态得到的低能激发态建立系统的相变点探测方法(激发态能级交叉)。
3. 提出复合能隙概念, 应用精确对角化研究相变。
4. 实现对称基神经网络量子态的高效采样, 极大增加可模拟系统尺寸。

学
术
研
究
概
述

物理问题突破:

1. 严格证明二维六角晶格 AKLT 模型存在能隙。
2. 揭示锶铜硼氧高压下量子相变机制。
3. 解析 SS 模型量子临界行为, 首次数值确证其自旋液体相。
4. 在自旋 1/2 方格 J_1 - J_2 - J_χ 模型中发现向列自旋液体以及手性自旋固体。
5. 协助实验证明二钠钡镍磷酸盐材料中观察到双磁振子束缚态的玻色-爱因斯坦凝聚。

代表论文:

PRL 124, 177204 (2020).

PRL 124, 206602 (2020).

PRB 105, L060409 (2022).

CPL 39, 077502 (2022).

PRB 110, 224404 (2024).

Nature Materials (2025).

代
表
性
成
果
及
贡
献
点

(代表性成果及贡献点不超过 3 项, 每项不超过 500 字。阐述重要创新成果、主要学术贡献及其科学价值或社会经济意义等, 并列出相应的成果证据, 如论著、项目、奖项、专利等已在后续表格中列出的成果, 标明序号即可)

1. 六角晶格上 AKLT 模型谱隙的存在性 (PRL 124, 177204 (2020))

本研究解决了六角晶格上 $S = 3/2$ AKLT 模型能隙存在性这一长期悬而未决的问题。我们结合数学物理与高精度数值计算, 首次证明在周期性边界条件下, 该模型基态能隙与系统尺寸无关且满足 $\Delta > 0.006$, 从而严谨证明了 AKLT 猜想。

本工作首创了有限尺寸判据, 将无限大系统能隙问题转化为对含 36 个自旋子系统能隙的验证; 同时引入加权哈密顿量技术 (最优参数 $a = 1.4$) 以提升判据的有效性; 并采用 SU(2) 对称的矩阵乘积态算法, 有效剔除高简并 (约 53 万个) 基态空间, 精确计算激发态。

本成果采用的“数学判据+数值验证”的混合方法为高维量子多体系统严格分析开辟了新路径。该结论为基于测量的量子计算理论提供了依据。

2. Shastry-Sutherland(SS)模型中的量子临界性和自旋液体相 (PRB 105, L060409 (2022), Editors Suggestions, CPL 39, 077502 (2022))

本系列研究围绕 SS 模型, 采用两种完全独立的计算方法, 首次确认了 SS 自旋模型中无能隙自旋液体相的存在。目前该相的存在已被其他两个团队分别通过神经网络方法和张量网络方法独立验证 (arXiv:2311.16889, arXiv:2502.14091)。

首先, 我们利用矩阵乘积态方法计算了柱状 SS 自旋模型的基态与激发态。通过分析激发能级 (单态-三重态、单态-五重态) 交叉以及序参量的有限尺寸标度, 发现了一种狭窄的无能隙自旋液体相, 该相位于 Plaquette 单态相与反铁磁相之间。随后, 我们针对具有全周期性边界条件的二维 SS 自旋模型进行精确对角化研究, 并开发了一种改进的能级谱分析方法。该方法通过构造特定激发态间的复合能隙, 有效消弱了有限尺寸效应, 使得即使在小团簇上也能精确确定量子临界点。研究表明, 该方法确定的相边界与我们利用矩阵乘积态方法在较大柱状晶格上的计算结果高度一致。

以往研究表明, 在无阻挫系统中, 相图通常由一条一级相变线连接两个有序态。而在本研究的阻挫模型中, 两个有序态之间则由一个自旋液体相连接。基于这一发现, 我们提出一个统一的量子相图, 其中解禁闭量子相变点将一级相变线和无能隙自旋液体相分隔开。

此外, 本研究提出的复合能隙方法具有广泛适用性, 可推广应用于其他受尺寸限制的量子相变研究。围绕 SS 自旋模型的一系列研究成果, 不仅深化了对量子磁性、量子相变及解禁闭量子临界性的理解, 也为新型量子物态的探索及其实验验证提供了重要的理论支持, 对凝聚态物理和量子信息科学等领域的发展具有重要推动作用。

3. 在对称子空间中用神经网络态模拟量子多体本征态 (PRB Letters, 已被接收)

本研究提出了一种创新方法, 将神经网络量子态 (NQS) 与对称子空间构建相

结合，巧妙的融合了精确对角化技术与神经网络变分算法。该方法通过对实空间构型施加对称操作，构建出满足特定对称量子数的正交归一化基矢，从而将变分计算集中在大幅缩小的对称子空间内，实现高效求解。

在此基础上，我们提出了一种快速的细致平衡采样方法，能够有效降低 Markov 链采样过程中的关联长度，从而提升计算效率。数值计算表明，相比传统实空间神经网络量子态方法，本算法计算所得的基态能量的精度提升了约两个数量级，这证明了该方法在提升计算精度与加速收敛方面的显著优势。

本研究的科学价值在于为强关联量子多体系统的研究提供了一种强大的数值工具，使得在更大尺寸和更复杂的系统中也能获得高精度计算结果。此外，该方法不仅可以用于精确计算基态和激发态，深化对量子多体系统相变、拓扑性质等物理现象的理解，还能为实验研究提供理论支持。由于其具有良好的普适性，该方法在量子化学、材料科学等领域也具有广阔的应用前景。

五、科研主要情况（聘期内或近五年）

5.1 承担主要科研项目

项目名称	项目性质及来源	项目经费（括号内为本人主持经费）（单位万元）	项目起讫年月	本人排序
1. 压强、温度和外场驱动下的锲铜硼氧及其同结构二维磁性材料的相图及响应函数的数值研究, 纵向, 国家自然科学基金委员会, 53(53), 2024-01-2027-12, 1/1				
2. 矩阵乘积态的切空间投影法研究强关联系统的自旋动力学结构因子, 纵向, 国家自然科学基金委员会, 65.16(65.16), 2019-01-2022-12, 1/1				

5.2 获奖情况

获奖项目名称	奖励名称及等级	授奖单位	获奖年月	本人排序
1. 2024 年度院级先进工作者, 院级先进工作者, 浙江大学物理学院, 2024-12,				

5.3 获得专利情况

专利名称	专利授权国、专利号	专利类型	授权公告年月	本人排序
------	-----------	------	--------	------

5.4 代表性论文、著作情况（以浙江大学为第一署名单位，否则请注明）

论文：所有作者姓名（本人名字请加粗，通讯作者名字上用*标示），论文题目，发表期刊名称，发表年月，卷，期，起止页码。（共同一作或共同通讯作者请注明个人贡献）

1. (非浙大第一署名单位) Marius Lemm*, Anders W. Sandvik*, **Ling Wang***, Existence of a Spectral Gap in the Affleck-Kennedy-Lieb-Tasaki Model on the Hexagonal Lattice, PHYSICAL REVIEW LETTERS, 2020-04, 124, 177204-（共同通讯作者）贡献描述: ML 设计数学判据, AWS 参与讨论, LW 编写程

序并完成计算和分析，三人共同撰写论文

2. (非浙大第一署名单位) Jianwei Yang, Anders W. Sandvik*, **Ling Wang***, Quantum criticality and spin liquid phase in the Shastry-Sutherland model, PHYSICAL REVIEW B, 2022-02, , 105, L060409- (共同通讯作者) 贡献描述: JY 独立编程计算, AWS 提出模型, LW 编写程序并完成主体计算和分析, AWS 和 LW 共同撰写论文。一作是我的博士学生

3. **Ling Wang***, Yalei Zhang, Anders W. Sandvik*, Quantum Spin Liquid Phase in the Shastry-Sutherland Model Detected by an Improved Level Spectroscopic Method, CHINESE PHYSICS LETTERS, 2022-05, , 39, 077502- (第一作者) 贡献描述: LW 提出复合能隙理论、编写程序并完成主体计算和分析, YZ 参与计算, LW 和 AWS 共同撰写论文

4. (非浙大第一署名单位) Jianwei Yang, Zhao Liu, **Ling Wang***, Ground state phase diagram and the exotic phases in spin-1/2 square lattice J1-J2-Jx model, PHYSICAL REVIEW B, 2024-12, , 110, 224404- (通讯作者) 贡献描述: JY 编写程序并执行计算, ZL 参与讨论, LW 提出模型, 设计算法并分析数据给出结论, JY 和 LW 共同撰写论文。一作是我的博士学生

5. Shuai-Ting Bao, Dian Wu, Pan Zhang, **Ling Wang***, Learning eigenstates of quantum many-body Hamiltonians within the symmetric subspaces using neural network quantum states, PHYSICAL REVIEW B Letters, 2025, , - (通讯作者) 贡献描述: SB 执行计算, DW 和 PZ 参与讨论, LW 设计算法, 编写程序并完成主体计算, DW, PZ, LW 共同撰写论文。一作是我的博士学生

6. (非浙大第一署名单位) Jianwei Yang, Wei-Wei Luo, Wei Zhu, **Ling Wang**, Bo Yang, Pinaki Sengupta, Chiral spin liquid on a Shastry-Sutherland Heisenberg antiferromagnet, PHYSICAL REVIEW B, 2024-05, , 109, 205111- (其他作者) 贡献描述: LW 设计算法和分析数据, 一作是我的博士学生

7. (非浙大第一署名单位) Jing Guo, Guangyu Sun, Bowen Zhao, **Ling Wang**, Wenshan Hong, Vladimir A. Sidoroy, Nvsen Ma, Qi Wu, Shiliang Li, Zi Yang Meng, Anders W. Sandvik, Liling Sun, Quantum Phases of SrCu₂(BO₃)₂ from High-Pressure Thermodynamics, PHYSICAL REVIEW LETTERS, 2020-05, , 124, 206602- (其他作者) 贡献描述: LW 编写程序并且计算和分析模型的比热数据

8. (非浙大第一署名单位) Jieming Sheng, Jia-Wei Mei, Le Wang, Xiaoyu Xu, Wenrui Jiang, Lei Xu, Han Ge, Nan Zhao, Tiantian Li, Andrea Candini, Bin Xi, Jize Zhao, Ying Fu, Jiong Yang, Yuanzhu Zhang, Giorgio Biasiol, Shanmin Wang, Jinlong Zhu, Ping Miao, Xin Tong, Dapeng Yu, Richard Mole, Yi Cui, LOnG Ma, Zhitao Zhang, Zhongwen Ouyang, Wei Tong, Andrey Podlesnyak, **Ling Wang**, Feng Ye, Dehong Yu, Weiqiang Yu, Liusuo Wu, Zhentao Wang, Bose-Einstein condensation of a two-magnon bound state in a spin-1 triangular lattice, Nature Materials, 2025-01, , - (其他作者) 贡献描述: LW 编写程序并且计算模型的序参量, 第六作者 LX 是我的博士学生, 执行数据计算和分析

著作: 所有作者姓名(本人名字请加粗), 书名, 出版地, 出版社, 出版年月, 总字数及个人贡献数(个人贡献数标注在括号内)(字数单位: 万字)

5.5 担任国际学术组织重要职务及在国际学术会议大会报告、特邀报告等情况

1. “Quantum criticality and spin liquid phase in the Shastry-Sutherland model”, invited talk via Zoom, Workshop II: Tensor Network States and Applications, April. 19, 2021, IPAM, UCLA, Los Angeles, USA

2. “Shastry-Sutherland model and its realization in SrCu₂(BO₃)₂”, invited talk via Zoom, Aug. 8, 2022, Condensed Matter seminar talk at University of Tennessee at Knoxville, USA

3. “Exploring Quantum Phase Transitions via Excited States Critical Level Crossing”, invited

talk via Zoom, Apr. 12, 2024, Tensor Network Seminar at Google Quantum AI

5.6 担任国内学术组织重要职务及在国内学术会议大会报告、特邀报告等情况

1. “Quantum criticality and spin liquid phase in the Shastry-Sutherland model”, invited talk, International workshop on tensor networks in many body and lattice field, Jul. 28, 2021, TDLee Institute, Shanghai, China
2. “Quantum spin liquid phase in the Shastry-Sutherland model by an improved level spectroscopic method”, invited talk via Zoom, The 3rd online meeting of the Youth Forum for Quantum Magnetism, May. 2022, TDLee Institute, Shanghai, China
3. “Shastry-Sutherland model and its realization in $\text{SrCu}_2(\text{BO}_3)_2$ ”, invited talk, The 10th workshop on Quantum Many-Body Computation, Aug. 2022, Li Yang, China
4. “Thermal Matrix Product States, Algorithms and Applications”, Sino-German Workshop on Topology, Dynamics and Quantum Information in Condensed Matter Systems, Jun. 5-9, 2023, Zhejiang University, Hangzhou, China

六、社会服务等情况（应包括学生工作、公共事务及获得荣誉等）

2019-2021 期间，参与研究生招聘宣传演讲

2019-2021 期间，参与研究生资格考试命题，评分工作

2020-2021 全年，担任丹青学园本科生班主任

七、其他能反映学术研究水平的突出业绩