

# 浙江大学长聘教授（副教授）申报表

姓 名:	刘钊
职工号:	0018017
单 位:	物理学院
所在一级学科:	物理学
申请长聘教职职位:	长聘副教授
联系电话:	15810546192
E-mail:	zhaol@zju.edu.cn

填报日期:      年 月 日

<b>一、简况</b>							
姓名	刘钊	性别	男	出生年月	1985年 03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 2018-09-03 至 2024-12-31		
所在一级学科	物理学						
所在二级学科	凝聚态物理						
从事专业及专长	分数量子霍尔效应、凝聚态理论						
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、中国科学院物理研究所、理论物理、理学博士、2012-07、范桁						
主要学术兼职	(兼任专业学会、协会职务、专业期刊编委等, 请注明起讫年月) 无						
<b>个人简历（从大学开始，采用时间倒序方式填写，时间不间断）</b>							
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 1.2007-09 至 2012-07, 中国科学院物理研究所, 理论物理, 博士研究生毕业, 范桁 2.2003-09 至 2007-06, 南京大学, 物理学, 全日制普通高校本科毕业, 鞠国兴						
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. 2018-09 至 2024-12, 中国, 浙江大学, “百人计划”研究员 2. 2015-09 至 2018-08, 德国, 柏林自由大学, Postdoctoral Researcher 3. 2013-09 至 2015-09, 美国, 普林斯顿大学, Postdoctoral Research Associate 4. 2012-08 至 2013-08, 中国, 北京计算科学研究中心, 博士后  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。

立德树人是高校教师的根本任务。在本科生教学方面，我入职后积极向资深教师学习教学经验，负责辅助性教学工作。从 2022 年春夏学期开始，我承担了竺可桢学院的本科生荣誉课程《普通物理学 I(H)》的教学。这门课程的教学团队由中国籍与外籍教师共同组成，我与团队中的其他成员通力合作，认真组织教学中的各个环节，适时加入思政元素，并在课堂内外加强与学生的交流，努力营造活跃的国际化学习氛围，提升学生的科学素养。学生对我的教学也给出了较高的评价，2023 年春夏学期该课程中我的教学质量为优秀（全校前 20%）。

在研究生教学方面，我同样付出了很大努力。从 2019 年秋冬学期开始，我承担物理学院研究生专业课程《固体理论 I》的教学。考虑到研究生面临的科研任务，我力争让这门课对他们的科研有切实的帮助。为了达到这一目标，我兼顾固体物理基础知识和科研前沿，精心准备教学内容，编写了电子版讲义发给学生，同时推荐给学生大量的参考资料。学生对我的评价历年来都在 4.84 分-4.97 分（5 分满分）。

入职以来，我积极组建自己的研究团队，先后招收了 7 位研究生（含今年 9 月入学的新生 1 位），其中 2 位已经毕业。我在指导学生的过程中，始终坚持科学上的严格要求与态度上的随和，给学生树立学术规范和道德的良好榜样。我平时会通过一对一讨论、集体读书会等方式给予学生足够的指导，帮助他们在研究中取得进展。我还会通过鼓励学生参加各种国内外学术会议和暑期学校、安排学生与来访学者讨论、与学院其他老师共同组织学生交流会等方式开阔学生的视野，培养他们的表达能力，加强学生的学术联系。在学生临近毕业时，我会与他们交流将来的事业发展规划，并为他们下一阶段的申请提供推荐信。我获得了物理学院 2022-2023 学年“促进学生服务国家战略就业奖教金”。我课题组的韩超同学毕业后去西湖大学从事博士后工作，现已获得西湖大学助理研究员的教职。

我还通过一些社会活动落实立德树人的工作。我曾担任 2017 级物理学系本科生的学业导师，帮助他们克服在生活和学习中遇到的困难。我还协助物理学院有关部门组织了青年教师教学技能的交流活动，并在 2023 年浙江大学青年教师教学竞赛中获三等奖。

### 2.2 近 3 年学校年度考核情况

2021 优秀 2022 合格 2023 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

我所承担的《普通物理学 I(H)》荣誉课程面向竺可桢学院的非物理专业理工医等学科本科生，是竺可桢学院实施数理能力训练的重要环节，入选 2020 年度省级线下一流课程。选择这门课的学生非常优秀，有意愿夯实物理基础、接受荣誉课程的挑战。基于学生的背景，我认为这门课程除了介绍物理学的基本知识之外，还应强调科学家思维方法和分析能力的训练，为学生进一步学习各学科的新知识、新理论以及新技术打下扎实的物理基础，激励学生勇于开拓未知领域和交叉领域。这门课是双语课程，我在准备教学内容时参考了一系列国外优秀教材（如《哈里德大学物理学》、《费曼物理学讲义》等）和线上课程（如 MIT 公开课），坚持课程内容的高标准和挑战性，并通过使用英文幻灯片、板书、作业、测验，鼓励学生英语答

题，帮助学生体验到国际化的学习氛围。与学生的交流是教学不可或缺的一部分，课上我以问题为导向，引导学生找到答案；课后我及时回应学生的积极提问，对学生反馈有难度的内容补充更多的讲解。

作为一名教学科研并重岗的人员，我认为需要将教学和自身的科研相结合，使得教学对科研起到一定的促进作用。研究生课程是实现教学对科研正反馈的理想场所。我承担的研究生课程《固体理论 I》面向新入学的研究生新生，他们本科阶段固体物理的基础不同，还面临着科研的压力。我将这门课程的内容定位在为学生提供在科研中可能需要的固体理论基础知识，这不仅包括固体物理中的传统内容，也包含拓扑物态等前沿内容，力争让这门课对学生的科研有切实的帮助。我参考了一系列固体物理优秀教材（如 Ashcroft/Mermin 的《Solid State Physics》、Steven Girvin/Kun Yang 的《Modern Condensed Matter Physics》等），并结合我自身的科研内容和心得精心准备讲义。为了训练学生阅读英文资料的能力，我在讲义和板书中使用英文。在授课过程中，为了把概念准确清晰的讲授给学生，我加深了自己对固体理论的理解，也学到了一些新的知识。由于我的科研方向与固体理论联系紧密，我从这门研究生课程的教学获益良多。

我的本科和研究生课程教学都受到了学生较好的评价。2023 年春夏学期《普通物理学 I(H)》中我的教学质量为优秀（全校前 20%）。《固体理论 I》学生对我的评价 5 年来都在 4.84 分-4.97 分（5 分满分），并吸引到凝聚态理论、凝聚态实验、量子光学等不同领域的学生听课。

### 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. 普通物理学II (H), 2020-2021 秋冬, 本科生, 16,60,21% - 60%					
2. 普通物理学II (H), 2020-2021 秋冬, 本科生, 16,43,61% - 90%					
3. 普通物理学I (H), 2021-2022 春夏, 本科生, 32,113,21% - 60%					
4. 普通物理学I (H), 2022-2023 春夏, 本科生, 64,53,优秀					
5. 普通物理学I (H), 2023-2024 春夏, 本科生, 64,82,待评					
6. 固体理论 I, 2019-2020 秋冬, 硕士生, 48,49,4.95/5					
7. 固体理论 I, 2020-2021 秋冬, 硕士生, 32,44,4.84/5					
8. 固体理论 I, 2021-2022 秋冬, 硕士生, 64,32,4.9/5					
9. 固体理论 I, 2022-2023 秋冬, 硕士生, 40,50,4.88/5					
10. 固体理论 I, 2023-2024 秋冬, 硕士生, 32,46,4.97/5					

#### 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.张翔宇, 物理学, 2017,			
2.柯晨航, 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.韩超, 硕士研究生, 理论物理, 2017,				
2.韩超, 博士研究生, 理论物理, 2019,				
3.胡鹏升, 硕士研究生, 物理学, 2019,				
4.杜胜男, 博士研究生, 物理学, 2020,				
5.周伊瀚, 博士研究生, 物理学, 2021,				
6.孙瀚云, 博士研究生, 物理学, 2022,				

7.石宇昊, 博士研究生, 物理学, 2023,  
8.姜孝福, 博士研究生, 物理学, 2024,

**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）

**学术  
研究  
概述**

我的科研聚焦在分数量子霍尔效应理论。分数量子霍尔效应最初在被强磁场穿透的二维电子气中被发现，是实验上最早被观测到的强关联拓扑量子现象。它不仅拓展了人们对物质形态的认知，还有希望被用于受拓扑保护的量子计算，因此在凝聚态物理中占有非常重要的地位。

我在该领域的研究方向之一是晶格中的零磁场分数量子霍尔态，即分数陈绝缘体。分数陈绝缘体一般是由电子分数填充晶格中陈数非零的平带产生，解除了分数量子霍尔效应对磁场的依赖，这一点更方便器件的制造，而且它有可能在更高温度下存在，甚至孕育出新的拓扑序。分数陈绝缘体的概念在 2011 年被提出，随即成为凝聚态物理的一个前沿方向，我从 2012 年就开始对其研究。入职浙大后，我在自己之前工作的基础上，探索了在莫尔超晶格中实现分数陈绝缘体的可能性，取得的代表性成果包括 4 篇 Physical Review Letters (PRL) 【代表性论文 1-4】和 1 篇受邀图书章节【著作 1】。今年我还作为主要组织者之一，在德国组织了“Fractional Quantum Anomalous Hall Effect and Fractional Chern Insulators”国际会议。

我在浙大还开展了对分数量子霍尔系统非平衡动力学的研究，这方面在领域内较少被涉及。我在这方面取得了包含 1 篇 PRL 在内的一系列成果【代表性论文 5-8】，为从动力学角度探索强关联系统的拓扑和几何提供了思路。

**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. 莫尔超晶格中的分数陈绝缘体**

传统的分数量子霍尔效应依赖于强磁场和极低温，这增大了其实现和应用的难度。分数陈绝缘体解除了传统分数量子霍尔态对强磁场的依赖，并有希望在更高温度下存在。然而，分数陈绝缘体对体系能带的色散、拓扑、甚至量子几何的要求都很高。虽然早期的一些工作通过构造紧束缚模型显示了分数陈绝缘体存在的可能，但在真实固体材料中寻找其载体一直是巨大的挑战。

我与瑞典的合作者及时关注到莫尔超晶格制备技术的快速发展和其中非常规超导的发现，意识到该体系能够实现对能带的高度调控，恰好有希望满足分数陈绝缘体对能带的苛刻要求。我们以双层转角石墨烯为例，通过数值计算首次展示了莫尔超晶格可以支持分数陈绝缘体的存在。之后在

另一项课题中，我们以探寻可能超出朗道能级范式的高陈数物理为动机，对双层-双层转角石墨烯开展研究，最终找到了由外电场诱发的陈数为 1 和陈数为 2 的能带中分数陈绝缘体的数值证据。这两项工作【代表性论文 1 和 2】都发表在 *Physical Review Letters*，我分别是共同通讯作者和第一作者，其中第一项工作被选为 PRL“编辑推荐”，两篇文章目前共被引用近 200 次（Google Scholar）。我们的结果显示莫尔超晶格是实现分数化拓扑量子态的理想平台，为在更宽松实验条件下研究分数量子霍尔物理提供了崭新的思路。双层转角石墨烯中的分数陈绝缘体在 2021 年被 Harvard 和 MIT 团队在实验中观测到【*Nature* 600, 439 (2021)】，支持了我们的理论预言。我这方面的研究目前正获得国家自然科学基金面上项目和原创探索计划项目【科研项目 3 和 4】的支持。

## 2. 量子几何对分数陈绝缘体的影响

在莫尔超晶格材料实现分数陈绝缘体的潜力被确认之后，理论上面临的一个重要问题是：分数陈绝缘体的稳定性如何依赖于材料能带的性质？回答这一问题对莫尔超晶格的搜寻、制备和调控至关重要。一种可行的思路是建立能带与朗道能级相似性的判断标准，从而允许人们借鉴已有的对强磁场分数量子霍尔态稳定性的认知。

由于不同朗道能级的量子几何不同，仅从色散和拓扑角度比较能带与朗道能级是不够的，还需要从量子几何（贝里曲率与量子度规）的角度对两者进行更精细的比较。与朗道能级不同，能带具有非均匀量子几何，这为比较两者的量子几何细节增加了困难。我与新加坡、美国的合作者为克服这一困难进行了尝试。在一项工作中，我们提出了“理想平带”的概念，其量子几何呈现出非均匀性，但贝里曲率与量子度规在动量空间中仍然局域地满足与最低朗道能级相同的关系。因此我们认为理想平带可以作为判断能带与最低朗道能级相似性的量子几何标准，并发现在短程相互作用下理想平带的确适合分数陈绝缘体的存在。在另一项工作中，我们提出了支持任意陈数理想平带的多层转角石墨烯模型，其中存在高陈数分数陈绝缘体。这两项工作【代表性论文 3 和 4】都发表在 *Physical Review Letters*，我均为共同通讯作者，其中第二项工作被选为 PRL“编辑推荐”，两篇文章目前共被引用近 200 次（Google Scholar）。我们的结果表明，在材料制备和调控中使能带接近“理想平带”对分数陈绝缘体的稳定非常重要。

## 3. 分数量子霍尔体系的非平衡动力学

除了探索分数陈绝缘体之外，我还研究了分数量子霍尔系统的非平衡动力学，这在分数量子霍尔效应领域通常的研究中较少被涉及。

我和美国、印度、英国的合作者考虑了分数量子霍尔态的量子淬火。基于诺贝尔物理学奖得主 Duncan Haldane 提出的分数量子霍尔态中的几何自由度这一概念，我们设计了“几何淬火”方案，并针对典型的分数量子霍尔态通过数值模拟发现了由集体激发中几何自由度主导的淬火动力学。这方面的主要成果【代表性论文 5-7】发表在 *Physical Review B* 和 *Physical Review Letters*，我均为第一作者或指导老师，目前共被引用 60 余次（Google Scholar），其中第二项工作被选为 PRL“编辑推荐”。我们的结果有望提供一种全新手段来探测分数量子霍尔态的几何自由度，并为从动力学角度研究其它强关联体系的拓扑与几何提供了思路。我这方面的研究获得了国家自然科学基金面上项目【科研项目 2】的支持。

光是对二维材料实现调控的重要手段。因此，我的研究团队还探索了分数量子霍尔系统在光的周期性驱动下的非平衡物理。与量子淬火不同，我们关注整数倍驱动周期时系统的频闪性质。结合之前对莫尔超晶格中分数陈绝缘体的研究经验，我们在双层转角石墨烯中获得了光驱动诱发的分数陈绝缘体的数值证据，这为利用光驱动等效改变材料能带结构，从而实现非平衡分数量子霍尔

效应提供了有价值的理论指导。这项工作发表在 *SciPost Physics* 上【代表性论文 8】，我是通讯作者和指导老师。我在这方面的研究受到了科技部重点研发计划【科研项目 5】的支持。

### 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. 国家第 14 批“千人计划”青年项目，纵向，中共中央组织部，100(100), 2018-09-, 1/1 2. 分数量子霍尔系统的非平衡动力学，纵向，国家自然科学基金委员会，74.8(74.8), 2020-01-2023-12, 1/3 3. 过渡金属硫族化合物莫尔材料中的拓扑平带与关联电子态，纵向，国家自然科学基金委员会，67(67), 2024-01-2027-12, 1/1 4. 二维材料莫尔超晶格中分数量子反常霍尔效应的运输性质研究，纵向，国家自然科学基金委员会，300(63), 2024-01-2027-12, 我是项目骨干之一，项目主要成员共 3 人，含 2 位骨干，1 位负责人 5. 低维自旋和关联电子体系的太赫兹光调控与原型器件开发，纵向，科学技术部，479(119.75), 2020-12-2025-11, 我是项目骨干之一，项目主要成员共 4 人，含 3 位骨干，1 位负责人 6. 极低温物态调控技术开发，纵向，科学技术部，437(47.5), 2022-04-2027-03, 我是课题骨干之一，课题主要成员共 5 人，含 4 位骨干，1 位负责人				

#### 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. 兴全奖教金，，三等奖，浙江大学，2022-01， 2. 浙江大学青年教师教学竞赛，，三等奖，浙江大学，2023-12，				

#### 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) **Ahmed Abouelkomsan**, **Zhao Liu** (\*), and **Emil J. Bergholtz** (\*), Particle-Hole Duality, Emergent Fermi Liquids, and Fractional Chern Insulators in Moire Flatbands, *Physical Review Letters*, 2020-03-11, 124, 10, 106803- (共同通讯作者)  
 贡献描述: 作为共同通讯作者，我与 Emil J. Bergholtz 教授一起探讨了论文的选题，并共同指导他的学生（本文第一作者），我还负责大系统多体数值计算。所有作者一起分析结果、撰写论文。

2. **Zhao Liu** (\*), **Ahmed Abouelkomsan** (\*), and **Emil J. Bergholtz** (\*), Gate-Tunable Fractional Chern Insulators in Twisted Double Bilayer Graphene, *Physical Review Letters*, 2021-01-12, 126, 2, 026801- (第一作者)

3. (非浙大第一署名单位) **Jie Wang** (\*), **Jennifer Cano**, **Andrew J. Millis**, **Zhao Liu** (\*) and **Bo Yang** (\*), *Exact*

Landau Level Description of Geometry and Interaction in a Flatband, *Physical Review Letters*, 2021-12-10, 127, 24, 246403-（共同通讯作者）

贡献描述: 作为共同通讯作者, 我主要负责多体数值计算, Jie Wang 与 Bo Yang 主要负责解析推导。我们进行了大量的讨论来探讨论文的选题、推动课题、并一起撰写论文。

4. (非浙大第一署名单位) Jie Wang (\*) and Zhao Liu (\*), Hierarchy of Ideal Flatbands in Chiral Twisted Multilayer Graphene Models, *Physical Review Letters*, 2022-04-29, 128, 17, 176403-（共同通讯作者）

贡献描述: 作为共同通讯作者, 我主要负责数值计算, Jie Wang 主要负责解析推导。我们进行了大量的讨论来探讨论文的选题、推动课题、并一起撰写论文。

5. Zhao Liu, Andrey Gromov, and Zlatko Papić, Geometric quench and nonequilibrium dynamics of fractional quantum Hall states, *Physical Review B*, 2018-10-25, 98, 15, 155140-（第一作者）

6. Zhao Liu, Ajit C. Balram, Zlatko Papić, and Andrey Gromov, Quench Dynamics of Collective Modes in Fractional Quantum Hall Bilayers, *Physical Review Letters*, 2021-02-19, 126, 7, 076604-（第一作者）

7. Chao Han and Zhao Liu, Anisotropy and quench dynamics of quasiholes in fractional quantum Hall liquids, *Physical Review B*, 2022-01-04, 105, 4, 045108-（共同第一作者）

贡献描述: 我作为导师, 指导了 Chao Han 同学完成本课题。

8. Peng-Sheng Hu, Yi-Han Zhou, and Zhao Liu (\*), Floquet fractional Chern insulators and competing phases in twisted bilayer graphene, *SciPost Physics*, 2023-10-10, 15, 4, 148-（通讯作者）

9. Zhao Liu, Emil J. Bergholtz, and Jan Carl Budich, Dissipative preparation of fractional Chern insulators, *Physical Review Research*, 2021-11-15, 3, 4, 043119-（第一作者）

10. (非浙大第一署名单位) Ajit C. Balram, Zhao Liu, Andrey Gromov, and Zlatko Papić, Very-High-Energy Collective States of Partons in Fractional Quantum Hall Liquids, *Physical Review X*, 2022-04-12, 12, 2, 021008-（其他作者）

**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）

1. Zhao Liu, Emil J. Bergholtz, Recent developments in fractional Chern insulators. In: Chakraborty, Tapash (eds.) *Encyclopedia of Condensed Matter Physics*, 2e, Oxford: Elsevier, Academic Press, 2023-10, N/A(图书章节),

### 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

在以下国际会议中做邀请报告

1. International Workshop on Anyons in Quantum Many-Body Systems, 德累斯顿, 德国, 2019年1月21日-25日。

2. The 7th International Workshop on Emergent Phenomena in Quantum Hall Systems, 北京, 中国, 2019年6月3日-5日。

3. International Workshop on Fractional Quantum Hall Beyond Chern-Simons Theory, 上海, 中国, 2019年10月26日-11月1日。

4. International Workshop: New Frontiers in Extremely Strongly Interacting Quantum Matter: Transport Dynamics, Quantum Hydrodynamics and Topological Matter, 上海, 中国, 2021年7月19日-22日。

5. Sino-German Workshop on Topology, Dynamics and Quantum Information in Condensed Matter Systems, 杭州, 中国, 2023 年 6 月 5 日-9 日。

6. The 9th International Workshop on Emergent Phenomena in Quantum Hall Systems (EPQHS-9), 新加坡, 2024 年 1 月 3 日-5 日。

**协助举办的国际学术会议**

Sino-German Workshop on Topology, Dynamics and Quantum Information in Condensed Matter Systems, 杭州, 中国, 2023 年 6 月 5 日-9 日。

**作为主要组织者举办的国际学术会议**

International workshop "Fractional Quantum Anomalous Hall Effect and Fractional Chern Insulators", 德累斯顿, 德国, 2024 年 2 月 5 日-8 日。

**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**

**在以下国内会议中做邀请报告**

1. 第二届“西南地区理论物理学术研讨会”，重庆，2018 年 11 月 30 日-12 月 2 日。
2. 第 5 届凝聚态物理会议，溧阳，2019 年 6 月 27 日-30 日。
3. 第 17 届全国低温物理学术会议，金华，2021 年 6 月 3 日-6 日。
4. 首届分数量子霍尔效应研讨会，贵阳，2021 年 7 月 29 日-30 日。
5. The 12th Workshop on Quantum Many-Body Computation (QMBC), 西安, 2024 年 4 月 12 日-14 日。
6. Workshop on Quantum Geometric Effects in Condensed Matter Physics, 深圳, 2024 年 6 月 29-30 日。

**作为主要组织者举办的国内学术活动**

1. 首届分数量子霍尔效应研讨会，贵阳，2021 年 7 月 29 日-30 日。
2. “开放量子多体系统”凝聚态理论暑期学校，杭州，2023 年 7 月 17-21 日。

**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）**

除了立德树人与科学研究，社会服务也是高校教师工作不可缺少的一部分。

1. 在学生工作方面，我担任了 2017 级物理学系本科生的学业导师，帮助他们克服在生活和学习中遇到的困难。

2. 在行政事务方面，2019年至2022年，我担任物理学院浙江近代物理中心的党支部书记兼所长助理，按照上级党委要求认真开展支部活动，完成应负责的所内行政任务。2022年我当选为物理学院党委委员，认真参加学院的党委会与党政联席会议，起到了连接浙江近代物理中心凝聚态理论教师与学院领导的纽带作用。2023年我开始担任物理学院工会委员，当年协助学院相关部门组织了青年教师教学技能的交流活动。

3. 我在社会活动中获得的荣誉有：2021年浙江大学兴全奖教金三等奖、浙江大学物理学院2022-2023学年“促进学生服务国家战略就业奖教金”、2023年浙江大学青年教师教学竞赛三等奖、2023年度浙江大学校级先进工作者。

## 七、其他能反映学术研究水平的突出业绩

1. 分数陈绝缘体是我长期开展系统性研究的一个方向。2012年以来，我在该方向取得的代表性成果共包括10篇Physical Review Letters、1篇受邀综述、1篇受邀图书章节。我2013年发表的分数陈绝缘体领域的综述【Topological flat band models and fractional Chern insulators, Emil J. Bergholtz, **Zhao Liu**, International Journal of Modern Physics B 27 (24), 1330017】多次在期刊和书籍中被作为分数陈绝缘体的代表性文献加以引用，目前被引480次（Google Scholar）。

2. 我入职浙江大学后，被授予浙江省海外高层次人才引进计划“浙江省特聘专家”的称号。

## 八、申请岗位工作思路及预期目标（应包括教育教学尤其是本科教学、科研、学科建设、社会服务等方面的内容，工作思路及岗位预期目标将作为此次评价及今后岗位评估的依据。）

作为长聘副教授，我将把以下三点作为我的主要工作任务：（1）继续进行高质量的本科与研究生课程教学；（2）努力取得高质量的科研成果，并积极开辟新的研究方向；（3）履行社会服务职责，为物理学院的学科建设和人才队伍建设作出贡献。

### 1. 教学工作

在本科课程方面，我会基于《普通物理学 I(H)》的教学经验，与课程团队中的其他老师紧密合作，根据学生的反馈不断优化课程内容，增强课程内容与学生本专业的联系，适时更新作业、随堂小测题目，并尝试小课题研究，切实让学生体验到高标准、国际化的课程氛围，感受到物理学的价值，并通过课程的学习提高创新能力。

为了使学生更好的掌握课程内容、更方便的获取英文参考资料、巩固双语特色，我们教学团队已经决定编写一套英文教材用于《普通物理学 I(H)》和《普通物理学 II(H)》的课程教学。这将是接下来3年本科教学工作的重点之一。英文教材编写完成后，预期将扩大课程在全国的影响力。

在研究生课程方面，我会继续进行《固体理论 I》的教学。鉴于学生对我课程的良好评价，我会坚持以往的教学模式和内容框架，但会根据学生的学习情况和凝聚态物理的发展趋势适时进行细节的调整。在教学中，我不仅会讲解一系列的知识点，还要力争向学生介绍固体物理中的重要问题、历史发展、以及物理学大师们解决问题的思路，这样思维方式的培养对研究生来说是非常重要的。

从长远来看，我也会考虑其它研究生专业课程的教学，如《固体理论 II》。准备新课程有利于我对所教授的内容进行梳理和深入理解，这将进一步加强研究生课程教学对我科研的促进作用。

## 2. 科研工作

在新的岗位上，我将以探索和应用强关联拓扑量子物态为目标，在凝聚态理论前沿坚持进行高水平的科研。在前期工作的基础上，我计划继续投入相当的精力来研究二维材料，特别是莫尔超晶格中的分数化拓扑物态。该领域目前在实验上接连取得重要进展，从去年起有一系列实验在双层转角二硫化钼或者菱形堆垛多层石墨烯-氮化硼莫尔超晶格中报告了分数陈绝缘体的输运现象（即分数量子反常霍尔效应）以及分数量子自旋霍尔效应的迹象，势必会获得更大的关注。

近期该领域理论上所面临的主要挑战之一是解释在不同莫尔材料的实验中分数量子反常霍尔效应、分数量子自旋霍尔效应存在或者消失的原因，并预言有望承载分数化拓扑物态的新材料。与被强磁场穿透的二维电子气中的朗道能级不同，莫尔超晶格复杂的能带和多种能量尺度的竞争极大增加了理论工作和数值计算的难度。我的目标是寻求与实验团队和能带计算团队合作，合理的处理相互作用在能带计算和多体计算之间的分配以及能带混合等技术细节，通过微观模型中的量子多体计算尽可能多的解释实验中观测到的现象，并作出可靠的理论预言。在此基础上，我期待能够对莫尔超晶格中分数化拓扑态的稳定性和竞争相、拓扑序与电荷序的纠缠、特别是非阿贝尔拓扑序的可能性等诸多有趣的开放问题获得更深刻的理解。今年，我与上海交通大学实验团队共同申请的国家自然科学基金原创探索项目《二维材料莫尔超晶格中分数量子反常霍尔效应的输运性质研究》启动，这将为我的研究提供很好的学术联系和实验支持。

莫尔超晶格中分数化拓扑物态领域的另一个发展趋势是能带量子几何对多体物理的巨大影响愈发显现。与能带拓扑这样的全局性质不同，量子几何刻画了能带在动量空间局域的、精细的特征。莫尔超晶格能带与传统朗道能级的巨大差异之一就在于量子几何。目前，我与合作者正将前期提出的“理想平带”的概念推广到更高的朗道能级，这有望使我们能够判断能带与任意朗道能级的接近程度，为在莫尔超晶格中实现非阿贝尔拓扑序提供理论指导。我还计划使用这些推广后的朗道能级构造理想化的微观模型，孤立量子几何的效应，细致的研究量子几何对多体物理的影响。

人们研究二维材料中的分数化拓扑物态的主要动机之一在于使用其制造器件，发挥拓扑序的优势，实现诸如准粒子干涉、拓扑量子计算等非平庸任务。基于此目标，我会着手研究莫尔超晶格中奇特的准粒子激发，估算准粒子的大小，并对其编织进行模拟。当然，莫尔超晶格的应用场景并不局限于此。我目前已经与南京大学、上海交通大学的实验团队合作，探索莫尔超晶格在光子探测器件方面的应用，将来我也会考虑光和光腔与莫尔超晶格的耦合问题。

长远来看，我计划通过在莫尔超晶格中的分数化拓扑物态领域的工作回答一些极为基本的问题，如：分数陈绝缘体与传统的强磁场分数量子霍尔效应是否存在本质区别？磁场的消失、高陈数能带的存在、莫尔超晶格能带的多分量特征能否带来更丰富的分数化现象？莫尔超晶格中的分数化拓扑物态在应用方面（如准粒子干涉仪、拓扑量子计算）究竟具备多大的优势？无疑，对这些问题的探索需要大量的工作积累，将是我的长期目标。

在研究以上问题的过程中，对相互作用电子系统的数值模拟是必需的手段。平均场和精确对角化方法使用广泛，我在之前的研究中已大量使用，但都有各自的缺点。考虑到人工智能和神经网络在处理量子多体系统方面已经显示出巨大的潜力，我计划思考如何将其应用到莫尔超晶格分数化拓扑态的研究中。这样的尝试有利于我拓展自己的研究领域，并为科技发展可能带来的研究范式转变做好准备。

除了分数化拓扑物态以外，我还对量子纠缠、非平衡动力学、无序与局域化等多个方向有着浓厚的兴趣，而且有一些积累，现在也有一些相关课题在进行中。我会继续保持广泛的兴趣、适时开辟新的研究方向。

我计划与物理学院在这些方向工作的同事经常交流讨论，争取能够将各自的专长结合起来，开展一些与分数化拓扑物态的量子纠缠与非平衡动力学相关的课题。

通过在科研方面的积极工作，我预期能够在国际主流物理学期刊上发表一系列高水平论文，并成功申请新的科研项目来支持课题的推进。

### 3. 学科建设与社会服务

在长聘副教授的岗位上，我将继续推进自己课题组的建设，通过增加课题组的显示度吸引到优秀研究生和博士后的加入，这对在分数化拓扑物态、莫尔超晶格这样竞争激烈的领域内开展研究非常重要。为了达到这一目标，我会与国内外合作者保持良好的学术联系，并积极通过访问、参加学术会议、作报告等形式宣传自己的工作，保持自己在领域内的知名度。我期待在合适的时机联系到较长期的出国访问机会，使得交流更富有成效。

同时，我将积极服务物理学院的学科建设工作，参与组织学术报告、学术会议、夏令营等多种形式的交流活动，在提升自身知名度的同时，增强物理学院在凝聚态理论方向的影响力，为物理学院吸引优秀人才。

我还将继续参加物理学院的学生工作和公共事务，如科普宣传；担任班主任、德育导师、新生之友；完成党委和工会交给的任务等。

### 个人承诺

本人保证：所从事的学术研究符合学术道德规范要求；所提供的材料客观真实。若有弄虚作假、学术不端以及材料填写不规范等行为的，本人承担相应责任。

承诺人：



年 月 日

上述材料均已审核，内容真实，与证明材料原件相符。

审核人：



年 月 日