



项目批准号	12174101
申请代码	A2402
归口管理部门	
依托单位代码	10220608A0487-0919



121741011002694

# 国家自然科学基金 资助项目计划书 (预算制项目)

资助类别: 面上项目

亚类说明:

附注说明:

项目名称: 拓扑量子体系中的卡西米尔效应

直接费用: 61万元 执行年限: 2022.01-2025.12

负责人: 陈亮

通讯地址: 北京市昌平区北农路2号, 华北电力大学, 主楼C1025办公室

邮政编码: 102206 电话: 010-61772246

电子邮件: 50902130@ncepu.edu.cn

依托单位: 华北电力大学

联系人: 武润莲 电话: 010-61772304

填表日期: 2021年10月19日

国家自然科学基金委员会制



## 国家自然科学基金资助项目计划书填报说明 （预算制项目）

- 一、项目负责人收到《国家自然科学基金资助项目批准通知》（以下简称《批准通知》）后，请认真阅读本填报说明，参照国家自然科学基金相关项目管理办​​法和新修订的《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》（以下简称《资金管理办法》，请查阅国家自然科学基金委员会官方网站首页“政策法规”栏目），按《批准通知》的要求认真填写和提交《国家自然科学基金资助项目计划书》（以下简称《计划书》）。
- 二、填写《计划书》时要科学严谨、实事求是、表述清晰、准确。《计划书》经国家自然科学基金委员会相关项目管理部门审核批准后，将作为项目研究计划执行、检查和验收的依据。
- 三、《计划书》各部分填写要求如下：
  - （一）简表：由系统自动生成。
  - （二）摘要及关键词：各类获资助项目都应当填写中、英文摘要及关键词。
  - （三）项目组主要成员：计划书中列出姓名的项目组主要成员由系统自动生成，与申请书原成员保持一致，不可随意调整。如果《批准通知》所附“项目评审意见及修改意见表”中“修改意见”栏目有调整项目组成员相关要求的，待项目开始执行后，按照项目成员变更程序另行办理。
  - （四）资金预算表：根据批准的项目资助额度，按规定调整项目预算，并按照《国家自然科学基金项目计划书预算表编制说明》填报资金预算表和预算说明书。
  - （五）正文：
    1. 面上项目、地区科学基金项目：如果《批准通知》所附“项目评审意见及修改意见表”中“修改意见”栏目没有修改要求的，只需选择“研究内容和研究目标按照申请书执行”即可；如果《批准通知》中上述栏目明确要求调整研究期限或研究内容等的，须选择“根据研究方案修改意见更改”并填报相关修改内容。
    2. 重点项目、重点国际（地区）合作研究项目、重大项目、国家重大科研仪器研制项目、原创探索计划项目：须选择“根据研究方案修改意见更改”，根据《批准通知》的要求填写研究（研制）内容，不得自行降低、更改研究目标（或仪器研制的技术性能与主要技术指标、验收技术指标等）或缩减研究（研制）内容。此外，还要突出以下几点：
      - （1）研究的难点和在实施过程中可能遇到的问题（或仪器研制风险），拟采用的研究（研制）方案和技术路线；
      - （2）项目主要参与者分工，合作研究单位（如有）之间的关系与分工，重大项目还需说明课题之间的关联；
      - （3）详细的年度研究（研制）计划。
    3. 创新研究群体项目：须选择“根据研究方案修改意见更改”，按下列提纲撰写：
      - （1）研究方向；



- (2) 结合国内外研究现状，说明研究工作的学术思想和科学意义（限两个页面）；
  - (3) 研究内容、研究方案及预期目标（限两个页面）；
  - (4) 年度研究计划；
  - (5) 研究队伍的组成情况。
4. 基础科学中心项目：须选择“根据研究方案修改意见更改”，根据《批准通知》的要求和现场考察专家组的意见和建议，进一步完善并细化研究计划，按下列提纲撰写：
- (1) 五年拟开展的研究工作（包括主要研究方向、关键科学问题与研究内容）；
  - (2) 研究方案（包括骨干成员之间的分工及合作方式、学科交叉融合研究计划等）；
  - (3) 年度研究计划；
  - (4) 五年预期目标和可能取得的重大突破等；
  - (5) 研究队伍的组成情况。
5. 对于其他类型项目，参照面上项目的方式进行选择和填写。



## 简表

项目负责人信息	姓名	陈亮	性别	男	出生年月	1984年10月	民族	汉族
	学位	博士			职称	副教授		
	是否在站博士后	否		电子邮件	50902130@ncepu.edu.cn			
	电话	010-61772246		个人网页				
	工作单位	华北电力大学						
	所在院系所	数理学院						
依托单位信息	名称	华北电力大学				代码	10220608A0487	
	联系人	武润莲		电子邮件	wrlzpl@126.com			
	电话	010-61772304		网站地址	http://kjc.ncepu.edu.cn/			
合作单位信息	单位名称							
项目基本信息	项目名称	拓扑量子体系中的卡西米尔效应						
	资助类别	面上项目			亚类说明			
	附注说明							
	申请代码	A2402:量子结构与量子效应						
	基地类别							
	执行年限	2022.01-2025.12						
	直接费用	61万元						



## 项目摘要

### 中文摘要:

在过去的二十年中，凝聚态物理学中拓扑量子材料的研究取得了丰硕的成果。对诸如拓扑绝缘体、拓扑超导体、威尔半金属等量子材料，基础理论研究、第一性原理计算、材料生长以及实验观测等都取得了巨大的进展。本项目中，我们研究拓扑量子体系中真空量子涨落引起的卡西米尔效应。我们将对下述三类问题展开研究：（1）第二类威尔半金属、节点线半金属的各向异性卡西米尔力、卡西米尔-栗夫席兹扭矩；（2）威尔半金属与原子之间的卡西米尔-博尔德相互作用、威尔半金属附近原子之间的范德华相互作用；（3）轴子绝缘体的卡西米尔效应。通过这些具体工作，我们希望研究清楚量子材料中的拓扑结构对真空量子涨落和卡西米尔效应的影响。我们希望为凝聚态物理体系中手征反常和轴子动力学的机械测量提供理论基础和实验方案。

### Abstract:

In the past twenty years, the research of topological quantum materials in condensed matter physics has achieved fruitful results. For the quantum materials such as topological insulators, topological superconductors, and Weyl semimetals, the fundamental theoretical research, first principle calculation, material growth and experimental observation have made great progress. In this project, we study the Casimir effect induced by the quantum fluctuation of vacuum in topological quantum systems. We will conduct research of the following three issues: (1) the anisotropic Casimir force and the Casimir-Lifshitz torque in type-II Weyl semimetals and node-line semimetals; (2) the Casimir-Polder interaction between Weyl semimetals and atoms, the van der Waals interaction between atoms in front of Weyl semimetals; (3) the Casimir effect of axion insulators. Through these specific works, we hope to study clearly the influence of topology in quantum materials on the quantum fluctuation of vacuum and the Casimir effect. Furthermore, we hope to provide theoretical foundation and experimental schemes for the mechanical measurement of chiral anomaly and axion dynamics in condensed matter systems.

**关键词(用分号分开):** 拓扑磁电效应; 卡西米尔效应; 真空量子涨落; 手征反常

**Keywords(用分号分开):** topological magnetoelectric effect; Casimir effect; vacuum quantum fluctuation; chiral anomaly



## 项目组主要成员

编号	姓名	出生年月	性别	职称	学位	单位名称	电话	证件号码	项目分工	每年工作时间(月)
1	陈亮	1984.10	男	副教授	博士	华北电力大学	010-61772246	430902198410278012	项目负责人	10
2	韩榕生	1970.05	男	副教授	博士	华北电力大学	010-61772246	340104197005273018	理论计算	10
3	张业奇	1983.12	男	副教授	博士	华北电力大学	010-61772246	220582198312230016	理论计算	8
4	王晨曦	1996.04	男	硕士生	学士	华北电力大学	010-61772246	130633199604121373	数值计算	10
5	张雅丽	1995.01	女	硕士生	学士	华北电力大学	010-61772246	140522199501226225	数值计算	10
6	任兴源	1996.04	男	硕士生	学士	华北电力大学	010-61772246	130630199604072111	数值计算	10
7	郭璇	1998.01	女	硕士生	学士	华北电力大学	010-61772246	140821199801060124	理论计算	10
总人数				高级	中级	初级	博士后	博士生	硕士生	
7				3						4



### 国家自然科学基金预算制项目预算表

项目批准号： 12174101

项目负责人：陈亮

金额单位：万元

序号	科目名称	金额
1	一、基金资助项目直接费用合计	61.0000
2	1、设备费	0.0000
3	其中：设备购置费	0.0000
4	2、业务费	35.8000
5	3、劳务费	25.2000
6	二、其他来源资金	0.0000
7	三、合计	61.0000

注：请按照项目研究实际需要合理填写各科目预算金额。



## 预算说明书

（请按照《国家自然科学基金项目计划书预算表编制说明》等的有关要求，按照政策相符性、目标相关性和经济合理性原则，实事求是编制项目预算。填报时，直接费用应按设备费、业务费、劳务费三个类别填报，每个类别结合科研任务按支出用途进行说明。对单价 $\geq 50$ 万元的设备费、合作研究外拨资金及自筹资金进行必要说明。）

### 1. 设备费

无

### 2. 业务费

Casimir物理研究的体系空间尺度跨度较大（从10纳米到10微米数量级上），定量研究具体物理体系中的Casimir效应需要涉及到很多高精度数值积分，项目执行过程中需要购买计算机机时，以天津超算中心100核计算资源为例，年均价格为5万元左右。在此，预算5万元/年\*4年=20万元经费，用以购买计算机机时。

组织项目组成员参加国际国内学术会议产生的会议费/差旅费/以及合作交流等费用，10万元。详细预算如下：参加三次国际学术会议，机票费用约1.3万元/人次，会议注册费3000元/人次，住宿费750/天\*7天=5250元/人次，共计2.125/人次\*3次=6.375万元（预算6.4万元）；参加国内学术交流和学术会议3人次/年，每人每次会议差旅费3000元（包含往返路费600元，住宿费300元/天\*3天=900元，会议注册费1500元），共计3000元/人次\*3人次/年\*4年=3.6万元。6.4+3.6=10万元。

出版和发表高水平学术论文，论文查新，图书购置，资料复印等费用，5.8万元。具体预算如下：4万元用于支付国际国内高水平物理期刊发表文章的版面费；SCI论文检索和查新，1000元/年，四年0.4万元；科技图书及专业资料费，2000元/年，四年0.8万元；资料复印费，1500元/年，四年0.6万元。4+0.4+0.8+0.6=5.8万元。

合计业务费：20+10+5.8=35.8万元

### 3. 劳务费

本研究组三名副教授，每人每年可指导一名研究生，从二年级开始进入研究课题，每年需要对6名研究生支付劳务费。每位研究生工作时间约为10月/年，每人每月发放800元劳务费，需发放劳务费共计6人\*4年\*10(月/年)\*800(元/人/月)=19.2万元

邀请校外知名专家来校交流访问。每个学期邀请3位专家来访，每人每次专家咨询费2500元。合计3人/学期\*2学期/年\*4年\*2500元/人=6万元

合计劳务费：25.2万元

总计：35.8+25.2=61万元



## 报告正文

研究内容和研究目标按照申请书执行。



## 国家自然科学基金项目负责人、依托单位承诺书

### 国家自然科学基金项目负责人承诺书

本人郑重承诺：我接受国家自然科学基金的资助，严格遵守中共中央办公厅、国务院办公厅《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》等规定，及国家自然科学基金委员会关于资助项目管理、项目资金管理等各项规章，在《计划书》填写及项目执行过程中：

（一）按照《批准通知》《国家自然科学基金资助项目计划书填报说明》的要求填写《计划书》，未自行降低、更改目标任务或约定要求，或缩减研究（研制）内容；

（二）树立“红线”意识，严格履行科研合同义务，按照《计划书》负责实施本项目（批准号：12174101），切实保证研究工作时间，按时报送有关材料，及时报告重大情况变动，不违规将科研任务转包、分包他人，不以项目实施周期外或不相关成果充抵交差；

（三）遵守科研诚信、科研伦理规范和学术道德，认真开展研究工作，对资助项目发表的论著和取得的研究成果按规定进行标注，反对无实质学术贡献者“挂名”，不在成果署名、知识产权归属等方面侵占他人合法权益，并如实报告本人及团队成员发生的违背科研诚信要求的任何行为；

（四）尊重科研规律，弘扬科学家精神，严谨求实，追求卓越，反对浮夸浮躁、投机取巧，不人为夸大学术或技术价值，不传播未经科学验证的现象和观点；

（五）将项目资金全部用于与本项目研究工作相关的支出，并结合科研活动需要，科学合理安排项目资金支出进度。

如违背上述承诺，本人愿接受国家自然科学基金委员会和相关部门做出的各项处理决定。

项目负责人（签字）：

年 月 日

依托单位科研管理部门：

负责人（签章）：

年 月 日

依托单位财务管理部门：

负责人（签章）：

年 月 日

### 国家自然科学基金项目依托单位承诺书

我单位同意承担上述国家自然科学基金项目，将保证项目负责人及其研究队伍的稳定和研究项目实施所需的条件，严格遵守国家自然科学基金委员会有关资助项目管理、项目资金管理和科研诚信管理等各项规定，并督促实施。

依托单位（公章）

年 月 日



## 国家自然科学基金资助项目签批审核表

本栏目由自然科学基金委填写

科学处审查意见：

负责人（签章）：  
年 月 日

科学部审查意见：

负责人（签章）：  
年 月 日