

依托“强基计划”、立足物理学科培养新工科人才的探索与实践

蒋臣威 赵迪 方爱平 高韶燕 李宏荣 李蓬勃 高宏 王小力

(西安交通大学物理学院, 陕西 西安 710049)

摘要 新工科建设和“强基计划”分别是教育部在国家层面先后部署的培养未来新技术人才和基础学科拔尖人才的重大战略举措。作为教育部确定的首批“强基计划”专业,物理学是自然科学的基石,也是新工科发展的原始动力和处女地。能否有效衔接新工科建设和物理学专业“强基计划”,构建理工融合共享共建平台,打造理工贯通本硕博一体化培养机制,实现由理科走向理工融合的人才培养模式? 本文介绍了在工科优势综合性大学中依托物理学专业“强基计划”开展新工科人才培养的执行方案、改革举措和取得的初步成效,汇报了西安交通大学立足物理学科开展新工科人才培养模式机制改革的探索和实践,期望能够为其他工科优势大学的物理学科开展新工科人才培养提供参考和借鉴。

关键词 新工科; 强基计划; 物理学专业; 理工融合; 培养模式改革

EXPLORATION AND PRACTICE OF CULTIVATING NEW ENGINEERING TALENTS BASED ON THE “STRENGTHENING BASIC DISCIPLINES PLAN” IN PHYSICS DISCIPLINE

JIANG Chenwei ZHAO Di FANG Aiping GAO Shaoyan LI Hongrong LI Pengbo
GAO Hong WANG Xiaoli

(School of Physics, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710049)

Abstract The construction of the new engineering disciplines and the “Strengthening Basic Disciplines Plan” are significant strategic initiatives successively deployed by the Ministry of Education at the national level to cultivate future talents in new technologies and outstanding talents in basic disciplines. As one of the first batch of “Strengthening Basic Disciplines Plan” majors identified by the Ministry of Education, physics, being the cornerstone of natural sciences, will also be the original driving force and virgin land for the development of new engineering disciplines. Can we effectively connect the construction of new engineering disciplines with the “Strengthening Basic Disciplines Plan” in physics majors, build a platform for the integration and shared construction of science and engineering, create an integrated cultivation mechanism for undergraduate, master’s, and doctoral programs in science and engineering, and achieve a talent cultivation model that transitions from science to the integration of science and engineering? This article introduces the implementation plan, reform measures, and preliminary achievements of cultivating new engineering talents based on the “Strengthening Bas-

收稿日期: 2024-10-02

基金项目: 教育部第二批新工科项目 E-SXWLHXLX20202615; 西安交通大学 2023 年基层教师教学发展组织建设项目(2302JF-01); 2023 年基层教学组织教学改革研究专项(基础课程)。

作者简介: 蒋臣威, 西安交通大学物理学院副教授。

通信作者: 方爱平, 西安交通大学物理学院教授, apfang@xjtu.edu.cn。

引文格式: 蒋臣威, 赵迪, 方爱平, 等. 依托“强基计划”、立足物理学科培养新工科人才的探索与实践[J]. 物理与工程, 2024, 34(6): 88-96.

Cite this article: JIANG C W, ZHAO D, FANG A P, et al. Exploration and practice of cultivating new engineering talents based on the “Strengthening Basic Disciplines Plan” in physics discipline[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(6): 88-96. (in Chinese)

ic Disciplines Plan” in physics majors at comprehensive universities with engineering advantages. It reports on the exploration and practice of Xi'an Jiaotong University in carrying out reform of the talent cultivation model and mechanism in new engineering disciplines based on the physical discipline, hoping to provide references and insights for other universities with engineering advantages to cultivate new engineering talents in their physics disciplines.

Key words new engineering disciplines; strengthening basic disciplines plan; physics major; integration of science and engineering; reform of training mode

2017 年被称为“新工科”元年,伴随着新工科建设“三部曲”复旦共识、天大行动和北京指南的陆续形成,宣告新工科建设正式启动^[1-3]。新工科提出的实质是在影响国家战略发展的关键技术方向,突破传统工科发展瓶颈,谋划未来发展蓝图,培养服务于国家重大战略需求的创新型工程科技人才。

新工科建设离不开物理学的发展与突破。目前所提出的新工科,其核心概念主要包括信息、网络、功能材料、定向性安全能源等以及它们的综合性集成。首先,这些核心概念都需要有物理的实现,即需要从原子甚至更深层次的物质构成方面考虑物理载体来实现。其次,物理学前沿发展正在主动孕育新兴工业的诞生,如纳米科技的发展给新材料的开发提供了科学基础,石墨烯等二维材料的研究给新材料和新能源的开发带来了曙光,量子信息和量子计算的前沿进展已经开始推动信息和计算领域的革命等。这些都说明,物理学不只是传统工科的统一基础,也将是新工科发展的原始动力和处女地^[4]。

在已有的新工科建设中,物理学科所发挥的作用主要集中在大学物理类课程建设和教学改革领域^[5-8],目的在于为新工科专业学生提供更扎实的物理基础,所起作用比较受限,且缺乏主动作为。如何主动作为,立足物理学科开展新工科人才培养,探索新工科建设的新途径?这是全体物理人需要回答的问题。

2020 年 1 月,教育部发布《关于在部分高校开展基础学科招生改革试点工作的意见》^①,决定在部分“双一流”建设高校开展基础学科招生改革试点工作,面向国家重大战略需求,选拔有志于服务国家重大战略需求且综合素质优秀的学生,称为“强基计划”。第一批“强基计划”在 36 所高校开展试点工作,各高校依托自身优势学科和办学特色,启动“强基计划”人才培养体系的探索工作。

国家先后开展的新工科建设和“强基计划”都面向国家重大战略需求,旨在培养适应时代要求

和高新技术发展需要的创新型人才。西安交通大学作为国内典型的工科优势综合性大学,同时承担了新工科建设和“强基计划”人才培养重任。此外,西安交通大学具有良好的理工交叉融合的传统,物理学科先后支持学校创建了半导体、电真空技术、无线电技术、原子核物理等专业,有力支撑了学校目前优势工科为主的学科布局。能否利用工科优势综合性大学天然的理工融合基础和优良传统,将新工科建设和“强基计划”深度融合,探索一条理工学科交叉培养创新型人才的新途径?

根据教育部对“强基计划”培养目标的要求,考虑到学校在许多工科方向承担着国家重大科技发展任务,这些任务的突破都不可避免地指向物理学的基础问题,而且也需要培养具备原创物理思维和综合科学素养的人才,西安交通大学于 2020 年批准以物理学院为主,融合能源与动力工程、电气工程、机械工程、航空航天和电子科学与技术等 5 个工程学院,共同建设物理学专业“强基计划”人才培养基地。基地结合学校优势工科发展新需求和物理学科前沿发展新趋势,聚焦能源物理、智能电气、微纳制造、空天物理技术、先进电子与光子技术、量子信息等 6 个理工专业方向,打破物理学专业原有的人才培养机制,培养具备扎实物理基础、志愿投身科技创新或攻克工程新技术难关的高素质领军技术人才,构建一个从物理学走向理工融合的新培养体系。图 1 展示了物理学发展树图以及西安交通大学物理学专业“强基计划”与对应的 6 个理工专业方向的关系。

西安交通大学物理学专业“强基计划”从 2020 年开始招生,目前已经入学 5 届学生,培养工作正在按计划开展、落实和探索中。下面以 2020 级首届 75 名学生的培养为例,介绍立足物理学科培养新工科人才的实施方案、改革举措和取得的初步成效。

① 教育部. 教育部关于在部分高校开展基础学科招生改革试点工作的意见. 中华人民共和国教育部公报, 2020(Z1): 50-54.

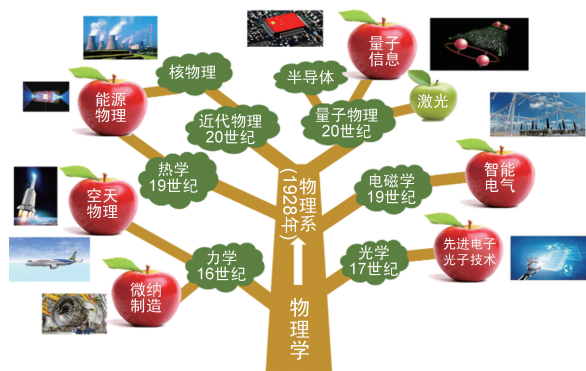


图1 物理学发展树图及西安交通大学物理学专业“强基计划”与对应的理工专业方向关系图

1 基于物理学专业“强基计划”的新工科人才培养实施方案

西安交通大学物理学专业“强基计划”的6个理工融合人才培养方向面向国家中长期科技发展规划,聚焦影响国家科技发展的瓶颈问题,立足学校整体学科布局特点,突出目标导向的个性化培养。各方向具体培养目标如下。

(1) 能源物理:面向国家能源安全领域重大需求,以传统能源高效洁净安全转化利用及新能源技术为牵引,立足物理学和能源动力的交叉,培养具有深厚数理基础、能够提出和解决能源科学技术与工程领域关键科学问题的能力,在能源科学与技术行业起引领作用的创新型拔尖人才。

(2) 智能电气:电力能源是现代社会的基石,是支撑现代社会运转的核心能源。我国电力能源在国际上处于领先地位,在特高压输电、新能源电

力、智能电网等关键技术方面引领世界的发展。该方向致力于培养具有原创能力的科技创新拔尖人才,去突破世界级“高精尖缺”技术,保持我国领跑地位。

(3) 微纳制造:微纳制造是微传感器、微结构和功能微纳系统制造的重要科学基础,微纳制造决定着我国能否攻克芯片等“卡脖子”技术国产化、持续引领世界航天和航空等领域发展。致力于培养学生深厚的物理基础理论,系统的微纳制造的专业知识,具有家国情怀、创新能力、沟通交流能力和终身学习能力等的科技领军人才。

(4) 空天物理技术:立足深厚的物理学科基础与力学和空天工程学科交叉,培养具有深厚物理基础,系统掌握力学知识、理论、分析方法和专业技能,具有提出和解决科学、技术与工程领域中的挑战性问题能力,能够解决空天工程中基础关键性力学问题的领军人才。

(5) 先进电子与光子技术:面向国家经济或国防领域中对高端电子和光子材料与器件的重大需求,培养具有扎实物理学基础、同时能够潜心于研究领域关键材料的合成与制备、组成与结构、性能与应用以及它们之间的相互关系,解决其中基础科学问题和关键技术,开发先进电子或光子器件的科学人才。

(6) 量子信息:面向国家在量子通信和量子计算领域的重大需求,培养致力解决量子通信、量子计算、量子多体等关键科学问题的创新拔尖人才,为新一代信息与通信技术的重大突破储备人才。

图2展示了西安交通大学物理学专业“强基

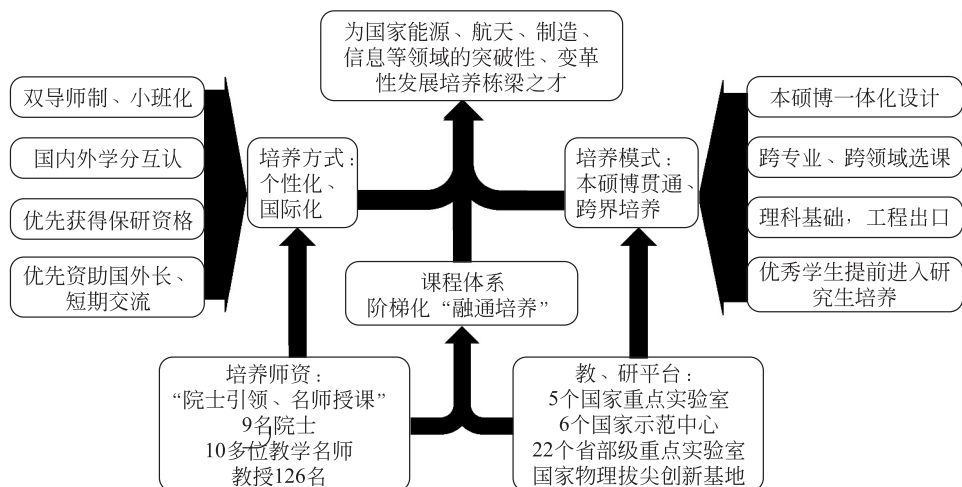


图2 物理学专业“强基计划”培养体系图解

计划”的培养体系。下面针对培养体系和培养方案展开具体讨论和说明。

1.1 “理科基础,工程出口”,本硕博一体化培养体系

西安交通大学物理学专业“强基计划”实施本硕博一体化培养,本科阶段为物理学专业,本科毕业时学生经双向选择进入不同工科方向的硕(博)士研究生阶段。学生在本科阶段,除了需要完成物理学专业所必须的所有课程和实验实践训练外,在大二结束时依据“志愿优先”的原则,根据个人兴趣和意愿,在物理学专业“强基计划”的六个理工专业方向范围内确定未来发展方向,并需修满各方向的模块课程及相关的工程实践训练。本科阶段结束后,学生顺选进入培养方向所对应的研究生专业和课题团队,由此真正实现由物理走向理工融合的本硕博贯通培养模式。

在贯通体系方面,秉持“本科阶段培养基础素质与能力,研究生阶段注重培养专业素质、科研能力和创新能力”的方针,学校统筹规划学生本硕博培养体系,课程体系实施统一排课选课机制。本科毕业设计和研究生学位论文长线规划制定,实现本硕博研究、创新能力培养的有机衔接。

在教学内容方面,按照专业培养方向要求,统筹安排学生各阶段的课程教学内容。构建阶梯化“融通培养”课程体系,优化设计通识基础、专业课程、技术科学、创新实践等模块的内容构成。

在管理政策方面,针对学生培养需求,鼓励学生参加国内外交流,制定国内外学分互认机制,实现跨年级、跨专业、跨领域灵活选课,设定科学门槛条件,制定优秀学生可提前进入研究生培养阶段的“优本计划”等相关政策,助力学生快速成才。

1.2 实行“强基计划”学生年度考核和动态管理制度

实施物理学专业“强基计划”荣誉学生资格管理制度,建立“强基计划”内流转和退出补选机制,激发学生学习兴趣,激励学生不断挑战自我、“跳起来摘桃子”。

制定科学合理的退出补选机制,每学年对强基计划学生学业、思想等情况进行综合评价,有下列情形之一者,退出“强基计划”并转入其它非强基计划的相关专业:(1)所修全部本科课程中出现成绩不及格;(2)在任意一学年内所修的全部课程中有3门及以上课程成绩低于70分;(3)在校期

间违反校纪、校规,受到记过及以上处分;(4)针对学生的思想品德、学业成绩、综合素质、创新能力、身体状况等进行综合考查后,认为不适合继续培养的学生。在出现学生退出“强基计划”的情况后,从学校其他理工专业选拔相同数量的优秀学生进入“强基计划”的相应专业。

1.3 针对物理学专业“强基计划”实施的改革举措

“强基计划”和新工科人才培养都需要扎实的物理基础和作为“未来科技革命者”应具备的综合素质,如乐于创新、勇于挑战、敢于批判、坚强勇敢等。为了有效衔接“强基计划”和新工科人才培养工作,实现人才培养过程的理工融合,我们实施了如下改革举措。

1) 构建阶梯化“融通培养”课程体系,重视物理基础课程教育,加强专业特色课程学习

学校多次召集物理学院及五个工程学院的专家学者和资深教授,研讨适应理工融合人才培养的课程体系和培养模式,针对性地优化课程结构,探索构建跨学科人才培养模式。构建阶梯化“融通培养”课程体系,加强通识基础模块、技术科学模块、专业学科模块、创新实践模块等课程建设,打造“强理科、宽基础、重实践、国际化”的人才培养方案。

物理学专业“强基计划”学生在大一和大二阶段主要进行通识教育课程、数学和基础科学课程以及物理大类基础课程的学习。在大二结束选定专业方向后,除继续物理大类课程学习外,每位同学均需开展专业特色课程学习。专业特色课程根据能源物理、智能电气、微纳制造、空天物理技术、先进电子与光子技术、量子信息等6个专业方向的培养要求和目标,制定各专业方向核心课程和选修课程模块,包括专业核心课程12学分和专业选修课程10学分。表1列出了各专业方向规定的专业特色课程。学生修完专业特色课程后,能够较好地掌握所选专业方向的基础和专业知识,为理工交叉融合奠定基础。

2) 以学生为中心,改革课程教学模式

为了激发物理学专业“强基计划”学生对物理课程学习的兴趣,培养学生的主动学习能力和开放性思维,物理学院改革传统授课模式,以学生为中心,在热学、电磁学、理论力学、量子力学等基础物理课程中系统开展了线上线下混合式教学、翻

表 1 物理学专业“强基计划”专业特色课程目录

专业方向	专业特色课程
能源物理	工程热力学、流体力学、传热学、热流体课程实验、分布式能源、计算传热学基础、现代汽车技术、热能梯级利用、太阳能光伏发电原理与技术
智能电气	电磁场与波、数字电子技术、电机学、自动控制理论、电力系统稳态分析、电力电子技术、高电压技术、电气材料基础、大数据科学与应用技术、人工智能技术导论
微纳制造	微纳制造工艺与装备、传感器原理与技术、机械设计基础、机械控制工程基础、制造技术前沿、现代机器人技术、柔性电子制造与应用、无线传感网络技术、制造执行系统技术、增材制造技术、机械故障诊断技术、机械动力学
空天物理技术	空气动力学、飞行动力学、工程力学、飞行器结构力学基础、航空飞行器总体设计、飞行器结构设计、航空叶片机原理、飞行器结构动力学、飞行器制导与导航原理、航空航天推进技术、航天器动力学与控制、航空发动机结构动力学、航空发动机结构与强度
先进电子与光子技术	固体物理、半导体物理、电介质物理、光电子学、物理电子学、现代电池技术、等离子体电子学导论、光通信原理与技术、微细和纳米加工技术
量子信息	光电子学、应用光学、量子光学与量子信息导论、信息光学、量子信息创新实验、非线性光学、光学设计、数字图像处理与分析、光电器件原理及其应用、光学信息处理

转课堂、大班授课小班习题、以科学问题为导向的小班研讨课(下文简称小班研讨课)等师生互动式多模式教学改革。

以热学小班研讨课为例,每个研讨课班级 24 人左右,每 4 人一个小组,分成 6 组。每个小组确定一位组长,负责协调组内成员的任务分工。整个学期每个小组选择 1 个研讨题目进行深入研究,并做 4 次汇报(每位组员汇报 1 次),包括:选题汇报、进展汇报 1、进展汇报 2 和总结汇报,每次汇报都要有新进展。研讨题目主要集中在热学课

程内容的拓展与延伸,涉及知识面较广。表 2 列出了近些年使用的部分研讨课题目。通过小班研讨课的开展,不仅搭建了从基础课程到科学研究的桥梁,学生提出问题、思考问题、解决问题的能力也得到了很大提升。

表 2 热学课程小班研讨课部分研讨题目

序号	研讨题目
1	液体中贝纳德对流的产生机理研究
2	经典热机与量子热机的对比研究
3	水浸纸张的干燥方法及物理机理研究
4	熵:探究各种熵中的一种及其应用
5	布朗运动:用朗之万方程描述布朗运动及随机过程的各种应用
6	热管传热效率的优化策略与机理研究
7	多孔有机织物中水汽输运问题的研究
8	热膨胀式电流计的设计与可行性分析
9	最大熵原理的应用探讨
10	置于冷瓶口硬币的弹起现象研究

3) 实行小班管理和“双导师”制

每届“强基计划”学生均实行小班管理,每个班级 24 名学生左右,班主任通常由具有较高学术造诣且学生管理经验丰富的教授担任。班主任每月定期召开班会,开展谈心活动,了解学生的思想动向,指导学生进行学习和职业生涯规划;深入班级,了解班级学风状况,对学习状态差的学生及时进行教育和引导;走进宿舍,关心学生的生活,多途径引导学生的学习和成长。

此外,物理学院还为每位强基计划学生配备一名学业导师,帮助学生较快地适应大学生活,给予学生学业规划、学术研究等指导,培养学生的专业研究能力和创新实践能力。在大二结束选定专业方向后,专业方向所在学院为每位学生再配备一名专业训练导师,帮助学生深入了解所选专业方向,并指导学生开展所在专业方向的科研训练。双导师全方位指导学生人生成长、学业发展和科研训练,助力学生成长与科研创新同步发展。

4) 制度化要求,全面开展科研训练

科研训练在本科人才培养中具有重要作用,它不仅可以深化和拓展学生的专业知识,培养学生的实践能力、创新能力、解决实际问题的能力以

及团队合作意识,还可以提升学生的综合素养,为学生的未来发展打下坚实的基础。为了贯彻落实科研训练培养环节,我们制定了“西安交通大学物理学院本科生课外科研实践贯通培养方案”,并在物理学专业“强基计划”学生的培养方案中设置科研训练必修学分,同时在教师职称晋升、岗位职责、年度以及聘期考核任务中增加指导学生科研训练的要求,分别从学生和教师两端提升科研训练开展的积极性。

为了提高科研训练的完成质量,学院设置了科研训练预选期,给学生充分时间了解指导教师及研究课题,从而选择更加感兴趣的研究方向。大二全年作为学生科研训练预选期,在预选期内,学院通过实验室开放日、海报展示、师生交流等方式向学生推介各科研团队及指导教师科研情况,向学生提供科研团队/指导教师名单、联系方式;鼓励学生自行联系指导教师;指导教师可与学生约时间面谈,面对面了解学生情况;学生经过充分了解后,与科研团队或指导教师双向选择,在各科研团队、指导教师指导下,开展科研训练相关的实践活动。预选期内,学生根据个人意愿,可主动提出更换科研团队或指导教师;指导教师评估学生表现,可提出终止科研训练指导,学生根据个人意愿选择是否再次双向选择科研团队或指导教师。

为了督促学生认真开展科研训练工作,学院成立科研训练考核小组,负责对学生科研训练活动进行过程性评价考核。在第五学期,重点考核学生对相关科研领域的研究背景(历史、现状、国内外研究动态等)的学习总结,并通过学生撰写文献调研报告,使其熟悉并掌握科技论文撰写的格式、内容等。在第六学期,重点考核学生在科研训练过程中取得的阶段性进展和成果。学生提交“科研训练进展考核表”,并通过答辩形式展示其科研训练过程中取得的进展和收获。

在科研训练导师选择上,我们强调开放自由和学科交叉培养,物理学专业“强基计划”学生不仅可以选物理学教师,也可以在能源与动力工程、电气工程、机械工程、航空航天和电子科学与技术等5个工程类学院自由选择。不仅导师选择自由,同一个课题也可以由物理学学院和工程类学院导师共同指导。科研训练的高质量开展直接促成学生积极承担大学生创新训练项目,积极参加各类学科竞赛并取得优异成绩。

5) 汇聚国内外优质资源,提升学生的学术水平和交流能力

物理学院通过学校先后与美国麻省理工学院、加州大学伯克利分校等10余所世界知名学府签订联合培养学生协议,为学生提供更高效、便捷、可靠的培养平台,增强学生参与国际合作与交流的能力。学校出台针对物理学专业“强基计划”学生的特殊政策、提供经费支持,选派优秀学生赴国内外顶尖高校和科研院所参加长期/短期交流。交流期间既参加课程学习,也参与国内外导师的实验室研究,为今后进入一流大学、师从一流导师,抢占国际学科前沿奠定基础。

此外,学院定期邀请国内外知名院士、外籍千人、学科领域顶级科学家为“强基计划”学生短期授课、讲座、合作指导开展科研,帮助学生接触国际前沿和学科前沿。例如,我们邀请了深圳国际量子研究院俞大鹏院士、奥地利维也纳工业大学Thomas Pohl教授、北京大学郭弘教授等专家学者为学生讲授量子信息与量子计算领域的研究前沿,邀请了德国核物理专家及外专千人Dieter Hoffmann教授、中国工程物理研究院刘杰教授、中科院物理所李玉同研究员等专家学者为学生讲授核聚变与强场物理领域前沿。

6) 建立多方协同育人机制,培养学生积极、向上、健康的人格

积极、向上、健康的人格对于“强基计划”学生的成长至关重要,不仅能够帮助学生建立良好的人际关系,增强学生应对压力与挫折的能力,预防心理问题的产生,也能够增强学生学习的动力,帮助学生塑造正确的价值观。西安交通大学实施了多方协同育人机制,助力学生伴随着积极、健康、向上的人格成长与成才。

开展学院-书院协同育人工作。西安交通大学是国内第一个全面实施全员书院制的高校,在近十五年的摸索和积累当中,学院-书院“双院制”协同育人模式取得了积极成效。通过导师聘任、双班主任配备、学院领导参加书院院务委员会、学院书院领导定期互访、师生下午茶、师生冷餐会等机制和活动,促进学院领导和知名教授全面参与书院的工作部署和日常管理。

落实德育-智育协同育人,实施辅导员与学生面对面的“知心工程”,教师、辅导员、朋辈帮扶三级“学业辅导”体系,“认识百位老师、阅读百本经

典、听取百场报告、参加百场活动”的“四个一百”育人实践引领,实现德育智育交叉同步发展。

实行课内-课外协同育人。依托专业课程开展课程实践和科研训练,培养学生的钻研精神和责任意识;建立8个爱国教育基地,依托马克思主义学院开展思政课实践、依托团委开展社团活动等,培养学生社会责任感和家国情怀,实现第一、第二课堂协同育人。

2 培养初步成效

2020级物理学专业“强基计划”75名学生已于2024年7月毕业,学生整体表现优异,培养工作已经取得初步成效。

2.1 学生参加科研训练和学科竞赛的热情高涨,成绩突出

2020级物理学专业“强基计划”学生参加大学生创新训练项目的热情明显优于同年级的物理普通班学生。75名学生共参加国家级大学生创新训练项目8项、陕西省大学生创新训练项目2项,具体项目信息在表3中列出。

表3 2020级物理学专业“强基计划”学生获批的大创项目

项目名称	项目类别
非厄米系统的量子探针和模拟相似引力研究	国家级大创项目
氧化石墨烯薄膜构建湿度发电器件	国家级大创项目
普朗克尺度新物理的量子特征	国家级大创项目
基于涡旋超声波场的漩涡水流检测	国家级大创项目
基于高光谱的棉花黄萎病的预防检测	国家级大创项目
等离子体驱动金属-碳复合材料的制备及其电磁特性研究	国家级大创项目
基于热带法的冰的导热系数测量的实验平台	国家级大创项目
等厚干涉法检测透明液体浓度装置的设计	国家级大创项目

20余名物理学专业“强基计划”学生参加了包括美国大学生数学建模竞赛、中国大学生物理学术竞赛、全国大学生物理实验竞赛、全国大学生

光电设计竞赛和“挑战杯”竞赛在内的学术竞赛,获得国际特等奖提名1项、国家级特等奖1项、一等奖3项、二等奖3项以及省级奖励5项的优异成绩。2020级物理学专业“强基计划”学生获得的部分学术竞赛奖励在表4中列出。这些学术竞赛不仅激发了学生学习和研究的热情,还启迪了创新意识,培养了创新能力。

表4 2020级物理学专业“强基计划”学生获得的学术竞赛奖励(部分)

竞赛名称	所获奖励
美国大学生数学建模竞赛	国际特等奖提名
全国大学生职业规划大赛	国家级金奖
第十三届中国大学生物理学术竞赛	国家级特等奖
第八届全国大学生物理实验竞赛	国家级一等奖
中国飞行器设计创新大赛	国家级一等奖
中国大学生飞行器设计创新大赛	国家级一等奖
第七届全国大学生物理实验竞赛	国家级二等奖
全国大学生等离子体科技创新大赛	国家级二等奖
第八届全国大学生物理实验竞赛	国家级二等奖
第十八届“挑战杯”竞赛“揭榜挂帅”专项赛	国家级三等奖
第五届全国大学生天文创新作品竞赛	国家级三等奖
中国机器人及人工智能大赛	国家级三等奖
第十届全国大学生光电设计竞赛	西北赛区二等奖
中国大学生物理学术竞赛西北赛区赛	西北赛区特等奖
陕西省核+X创意大赛	优胜奖

从大学二年级或三年级开始,学生进入国家重点实验室、重大科研项目团队或知名教授团队开展科研训练工作。通过科研训练,学生不仅实现了科学研究基本能力培养,还了解了科学与工程前沿课题。在科研训练成果的基础上,部分同学以第一作者或共同第一作者发表高水平SCI研究论文7篇(论文相关信息在表5中列出),增强了开展科学研究的信心,提升了创新意识和创新能力,激励了更多同学深度投入科研工作。

2.2 学生广泛开展国内外交流,开阔视野和眼界

在学校和学院的大力支持下,虽然遭受新冠

表 5 2020 级物理学专业“强基计划”学生本科期间发表的
SCI 研究论文

论文题目	期刊信息
Fast generation of GHZ-like states using collective-spin XYZ model	Phys. Rev. Lett. 132, 113402(2024)
Spin squeezing with arbitrary quadratic collective-spin interactions	Phys. Rev. A 108,0 23722(2023)
Tailoring chaotic motion of micro-cavity photons in ray and wave dynamics by tuning the curvature of space	Science China Physics, Mechanics & Astronomy 67, 274214(2024)
Longitudinal optical conductivity of graphene in van der Waals heterostructures composed of graphene and transition metal dichalcogenides	Physics Letters A 495, 129303 (2024)
Finless porpoises detection; Based in YOLOv5 and SAM	2023 6th International Conference on Information Communication and Signal Processing
Nonlinear time-reversal interferometry with arbitrary quadratic collective-spin interaction	Chin. Phys. B, 33, 80601(2024)
Enabling net zero energy buildings with shared storage: A cyber-physical perspective	IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL 11, 24353(2024)

疫情的不利影响,20 余名 2020 级物理学专业“强基计划”优秀学生赴国内外大学和科研机构参加长期/短期交流。交流期间既参加课程学习,也参与国内外导师的实验室研究。国内外交流为“强基计划”学生今后进入一流大学、师从一流导师,抢占国际学科前沿奠定基础。其中,胡知遥同学在本期期间先后在香港中文大学、麻省理工学院和清华大学交流学习,在清华大学交流期间,进入刘永椿教授课题组开展基于耗散的非厄米物理与量子调控领域的研究工作,并以共同第一作者在物理学顶级期刊 Physical Review Letters 发表研究论文。

2.3 学生在工科专业方向的学习和实践中崭露头角

庄治文同学在大二结束后选择了空天物理技

术方向作为未来培养方向,在航空航天学院和物理学院老师的共同指导下,在大三时获得中国大学生飞行器设计创新大赛一等奖和中国飞行器设计创新大赛一等奖。史书诣同学在大二结束后选择了能源物理方向,在能源与动力工程学院和物理学院老师的共同指导下获得全国大学生等离子体科技创新大赛二等奖。

在“强基计划”学生本科毕业论文阶段,40 余名同学在工科学院教授科研团队完成毕业设计或毕业论文工作。毕业论文整体质量优秀,展现出明显的创新性和较高的学术水平。

2.4 学生毕业深造率高,进入工科方向占比突出

图 3 展示了已经毕业的 2020 级物理学专业“强基计划”75 名学生的去向,其中 78% 的毕业生进入硕(博)士研究生阶段继续深造,明显高于同

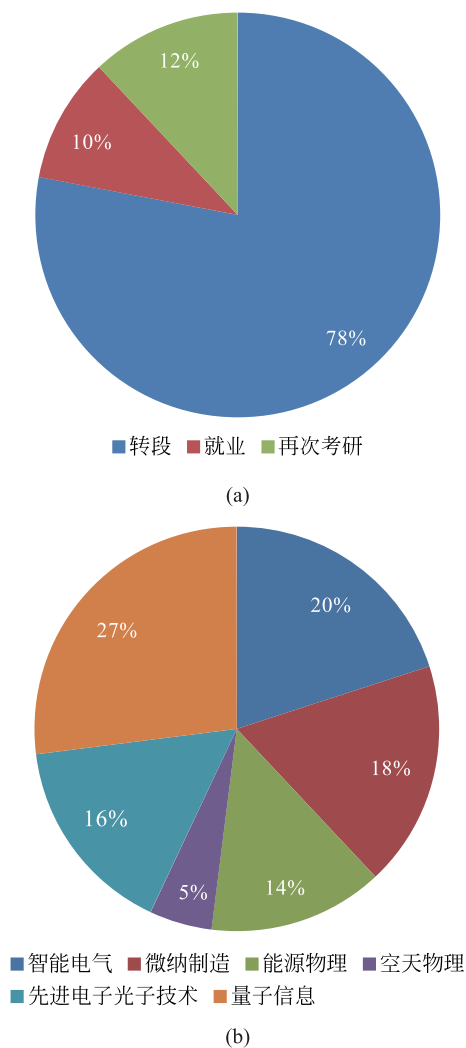


图 3 学生去向

(a) 2020 级物理学专业“强基计划”学生毕业去向; (b) 转段学生专业去向

年级物理学普通班学生约 65% 的深造比例。

在转段进入研究生阶段深造的物理学专业“强基计划”毕业生中,73% 的学生进入了工程学院的能源物理、智能电气、微纳制造、空天物理技术和先进电子光子技术专业方向,学生的优异表现受到所在工科学院教授团队的广泛好评。

3 结语

伴随着第四次工业革命的到来,特别是随着我国各项事业均已快速走向世界舞台,国家越来越需要更多能够真正引领行业发展的领军人才。“强基计划”和新工科建设都是教育部面向国家重大战略需求部署的培养适应时代要求的创新型人才的重大战略举措。西安交通大学物理学院以工科优势大学物理学专业“强基计划”的实施为抓手,将“强基计划”与新工科建设深度融合,开展了理工交叉的新工科人才培养模式机制改革的探索和实践,培养具备扎实物理基础、志愿投身科技创新或攻克工程新技术难关的高素质领军技术人才,已经取得初步成效,期望走出一条务实高效的创新领军人才培养道路。

参 考 文 献

- [1] 吴岩. 勇立潮头, 赋能未来——以新工科建设领跑高等教育变革[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 1-5.
WU Y. Brave the tide and empower the future—The reform of higher education led by emerging engineering education[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2020(2): 1-5. (in Chinese)
- [2] 吴爱华, 侯永峰, 杨秋波, 郝杰. 加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 1-9.
WU A H, HOU Y F, YANG Q B, HAO JIE. Accelerating development and construction of emerging engineering, taking initiative to adapt to and lead the new economy[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(1): 1-9. (in Chinese)
- [3] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
LIN J. The construction of China's new engineering disciplines for the future[J]. Tsinghua Journal of Education, 2017, 38(2): 26-35. (in Chinese)
- [4] 王青. 近代物理和高技术物理与“新工科建设”——《物理与工程》“新工科建设”栏目开篇语[J]. 物理与工程, 2017, 27(6): 3.
WANG Q. Editorial for columns on emerging engineering[J]. Physics and Engineering, 2017, 27(6): 3. (in Chinese)
- [5] 施大宁. 面向未来 主动谋划 以新工科建设引领教学改革[J]. 北京教育(高教), 2018(4): 8-9.
SHI D N. Facing the future and taking the initiative to plan, leading teaching reform with the construction of new engineering disciplines[J]. Beijing Education (Higher Education), 2018(4): 8-9. (in Chinese)
- [6] 陈强. 新工科背景下物理基础课教学的地位和作用[J]. 中国大学教学, 2019(5): 34-37+48.
CHEN Q. The status and role of basic physics courses teaching under the background of new engineering disciplines[J]. China University Teaching, 2019(5): 34-37+48. (in Chinese)
- [7] 张映辉. 适应新工科建设的大学物理实验课程体系与教学方法探索[J]. 物理与工程, 2021, 31(6): 159-162.
ZHANG Y H. An exploration of establishing college physics experiments teaching systems and methods adapted to the new engineering[J]. Physics and Engineering, 2021, 31(6): 159-162. (in Chinese)
- [8] 刘艳玲, 古金霞, 梁春恬, 等. 新工科背景下建筑类高校大学物理教学改革探究[J]. 大学物理, 2022, 41(1): 56-60.
LIU Y L, GU J X, LIANG C T, et al. Reform and exploration of college physics in architectural university under the background of new engineering education[J]. College Physics, 2022, 41(1): 56-60. (in Chinese)