



基于材料器件类科研平台向本科生开放的固体物理教学改革试探^{*}

杨尊先 郭太良 李福山 林志贤 叶芸

(福州大学物理与信息工程学院 福建 福州 350116;

福州大学平板显示技术国家地方联合工程实验室 福建 福州 350116)

(收稿日期:2018-07-12)

摘要:鉴于固体物理抽象、理论联系实际困难,结合多年教学实践,针对固体物理教学中存在的主要问题和矛盾,在科研平台向本科生开放实现固体物理教与学有机结合等方式和手段方面作了探索性改革,认为固体物理教学,应注重理论结合实践及概念理解.一方面要有效利用科研平台设计固体物理实验,另一方面利用科研项目及探索性实验与固体物理的关联性,综合分析实验中固体物理本质,实现理论与实践、教与学有机统一,促进其教学和实践应用大幅提升.

关键词:固体物理 科研平台开放 实践性教学 教学改革

1 前言

固体物理学是研究固体物质的物理性质、微观结构与构成物质各种粒子的运动形态及其相互关系的科学,是一门非常重要的、具有非常广泛的潜在应用前景的基础理论科学,已经成为凝聚态物理、材料物理、电子科学与技术、光电工程和微电子等专业必备学科基础课^[1,2].它为人们提供了一种按指定性能研制新材料的科学途径,已成为新材料、新器件的“生长点”,作为理论物理和应用物理之间的桥梁学科,对现代诸多高新技术的发展都起着非常重要的作用^[3,4].但由于固体物理数学处理复杂、理论性强、抽象难理解和理论联系实际困难,学生学习难度大,并且固体物理对空间想象能力要求高,这给固体物理教学提出了严峻的挑战.

对于高校来说,教学和科研作为最基本的两项功能,使本科生培养成为大学教育的核心内容,本科教学水平的高低影响着人才素质的培养.利用国家财政资金建立的各级实验室科研平台承载着科技创新的重要使命,已成为高等教育的重要实践基地,在科学研究、人才培养等方面起着重要作用^[5].国内各

级平台目前仍以科研项目服务为首要宗旨,对本科生开放程度和积极性及其开放效果仍不明显.由于高校总体“重科研、轻教学”,高校教师工作重心在科研经费获取及硕士、博士培养等方面,而在本科生培养方面,对本科生进入科研平台的兴趣和积极性不高,认识不到位.同时本科生课堂学习任务重,难有连续时间进入科研平台开展系统科研工作,让本科生及科研平台教师在科研工作时间和科研形式上难达成一致,进而科研平台不愿吸纳本科生进入科研平台实验室.因此,科研平台针对本科生开放现状严重制约了凝聚态物理、材料物理、电子科学与技术等专业本科生在固体物理等实践性强、抽象程度高的课程的教学效果.作为福州大学教学科研基础平台,福州大学平板显示国家地方联合实验室对向本科生开放的固体物理教学改革进行了诸多方面的探索、实践和尝试,取得了一些经验和效果.

2 科研平台向本科生开放在固体物理教学中存在的问题或矛盾

近年来,随着中央和地方对高校经费投入加大,学科建设和科研平台经费剧增,人才培养资源优

^{*}“福州大学高等教育教学改革工程”重点项目,项目编号:036050010843;福建省教育厅教改项目资助,项目编号:FBJG20170003

作者简介:杨尊先(1973-),男,博士,教授,博士研究生导师,主要研究方向纳米材料制备及其光电、电化学应用研究.

势凸显. 合理利用各级科研平台的资源优势, 服务于本科教学, 促进创新人才培养, 现已成为高校面临的首要问题. 尽管国内很多高校通过毕业设计、学生竞赛、SRTP参与科研等活动促进了平台向本科生开放, 并取得了一些成效, 但科研平台向本科生开放现状与专业性、实践性较强的固体物理教学实践需求间仍存在诸多问题或矛盾. 一方面, 目前中国高校总体“重科研、轻教学”, 高校教师工作重心放在科研申请书撰写、项目申报、科研经费获取及硕士、博士生培养等方面, 而人才培养和教学因评价体系不健全、见效慢, 因而重视不够, 因此, “重科研、轻教学”考核机制与高校人才培养首要任务间的矛盾成为平台向本科生开放在固体物理教学实践中的一大障碍. 另一方面, 由于本科生课堂学习任务重、学时比例高而实践学时少, 难抽出成片时间进入平台, 造成平台吸纳本科生效率不高, 平台向本科生开放有限, 制约了抽象、实践性强的固体物理教学效果的提升. 因此, 基于科研平台向本科生开放的固体物理教学改革势在必行.

3 固体物理教学内容整合优化和调整以及实行“科研平台为主”新教学方式

3.1 固体物理教学内容整合优化和调整

对于电子类专业本科生来说, 固体物理学时有限, 一般为54~64学时, 要在有限学时内将固体物理内容讲授给学生, 必须对固体物理教学内容进行整合、优化和调整^[1].

(1) 晶体结构、晶体振动和晶体热学性质, 课堂上重点讲述晶格、对称性、晶格结构、爱因斯坦模型、德拜模型以及一维单原子链和一维双原子链, 其他内容通过在科研平台参与晶体材料合成与制备中学习和进一步了解, 通过课堂讲解与平台实践相结合的方式弥补教学学时不足, 同时, 这可让学生学以致用, 进一步了解晶体结构和晶体热学性质等方面的精髓和实质.

(2) 自由电子模型、能带理论以及电子输运现象和缺陷等内容主要讲述自由电子近似、紧束缚近似、布洛赫定理、能带结构计算、玻尔兹曼方程、电导和热导产生机制、缺陷产生机制等内容, 其他内容通过参与第一性原理计算及其光学、电学性质测试等实践获取, 进一步洞悉和理解固体物理知识在实际

应用中的作用. 通过对固体物理教学内容整合、优化和调整, 实现课堂教学与科研平台实践教学有机结合, 这样既节约了总课时, 也显著提高了教学质量和教学效率.

3.2 实行“科研平台为主”新教学方式

发挥科研平台教师能动性, 实行“科研平台为主”的固体物理教学新方式, 实现本科生进入科研平台从“点”到“面”的飞跃.

本科生进入科研平台实施“科研平台为主”的固体物理教学新方式, 由于现有高校教师与科研平台考核机制与本科生创新人才培养不兼容, 且本科生课堂学时偏高与实践课时偏少以及高校对本科生成绩单一评价机制, 造成平台实施“科研平台为主”的固体物理教学新方式积极性不高, 开放程度不高, 本科生对平台不了解, 进入平台兴趣不高. 本科生进入平台的固体物理教学主要限于个体兴趣“点”, 并未形成体制性“面”. 因此, 充分利用平台在科研人员、仪器设备、创新性项目等优势, 开展开放性课程和综合实验课, 建立本科生导师制, 加速本科生融入科研领域, 接触相关前沿, 实现“科研平台为主”的固体物理教学新方式.

首先, 加大固体物理一线科研教师实践课学时比例, 针对科研前沿, 拓展针对固体物理教学的研究型和实践型课程. 目前光电专业发展方向之一是新型显示器件与系统研究和开发, 依托平板显示国家地方联合工程实验室在新型显示器件如QLED及TFT等方面的优势, 鼓励科研人员开设固体物理实践前沿课程, 从理论知识和综合实践等多方面提高光电专业本科生固体物理基础知识水平和应用能力, 将其理论实践、工程经验、科技前沿等综合纳入固体物理课程成绩评定标准. 此外, 为了突出教师团队教学水平 and 能力, 可形成一人主讲, 多人参与的教学方式, 在其主讲内容之外, 邀请经验丰富的科研人员进行授课, 介绍各自研究特色、最新进展和发展趋势及其对应的固体物理理论知识等, 实现固体物理理论知识与实践应用同等重视.

其次, 结合专业特色, 开设固体物理主题项目实践课, 拓展固体物理项目教学. 可由平台中承担了国家级、省部级科研人员根据项目提出与固体物理课程相关科研需求, 开设成为固体物理课程项目, 拓展固体物理项目式教学, 实现本科生固体物理教学与

平台所承担项目的有机结合,真正实现本科生与科研平台无缝衔接和有机融合.该类课程由主讲教师根据科研项目内容和固体物理教学要求分解成主题项目,本科生自由组队,针对主题项目提出方案、发现问题并通过实验分析解决问题.项目团队采用“部分授课+实验实践+分组讨论”等灵活教学模式并定期进行进展汇报交流,不断完善方案,最终形成整体方案和进行答辩.同时,所设计项目均可申报发明专利或实用新型专利.通过这种固体物理项目实践教学模式,可有效且充分发挥学生能动性及其运用固体物理理论知识分析问题和解决问题的能力.

4 基于固体物理实践教学要求 完善面向本科生的科研平台运行机制和体制

基于“科研平台为主”的固体物理教学新方式,加大固体物理教学中一线科研人员和教师实践性课程和研究性课程学时比例,拓展固体物理项目式教学,实现本科生进入科研平台从“点”到“面”的飞跃,需要进一步完善面向本科生科研平台运行机制和体制,搭建固体物理实践教学自主科研平台,建立学生科研平台运行机制,支持学生开展固体物理理论和应用科技立项、参与科研项目、参加各类科技竞赛等科技创新活动.

首先,建立本科生导师制.光电专业本科生在进入福大后即通过选拔考核与双向选择,安排在大一第二学期进行专业分流,确定本科生导师.通过多种渠道展示平板显示国家地方联合实验室研究方向,包括图片宣传、实验室参观、方向负责人介绍及与研究生、高年级本科生进行交流等.本科生导师同时也是固体物理实践课程及其毕业设计指导教师,在一体化培养模式下,实时发现本科生兴趣和特长,并协助进行发展方向与目标制定等,这种本科生导师制培养模式对于固体物理实践性教学模式改革具有非常重要的指导作用.

其次,建立固体物理实践课程科研创新实践基地.本科生正处于创新的旺盛期,随着固体物理基础知识和专业知识的不断学习,使得他们在交叉学科、实验实践等方面具备优势.通过与企业建立本科生固体物理实践课程科研创新实践基地,让本科生自主选择科研创新实践基地实习,了解企业文化,既为自己将来进入企业并快速融入企业提前做好准备,

又将自己所学的固体物理理论知识、专业知识与企业实际应用衔接和融合,做到学以致用.同时,规定其每年面向本科生开放仪器设备机时和实验技术人员的指导时间,并对实践基地予以考核和补贴.

再次,完善本科生科研团队制.在本科生导师制的基础上,进一步鼓励学有余力的优秀本科生建立科研团队,由具有固体物理理论和实践应用不同特长的本科生组成针对某个目标的科研团队,针对目前社会和生产所需进行自主创新.学院根据科研团队需要,安排科研团队指导教师.该类科研团队主要目标是进行各类专业前沿知识的学习和运用,参与校级、省级乃至国家级创新创业大赛,以竞赛促进本科生固体物理知识自主学习和动手能力的培养,进一步提升本科生学以致用的创新能力.

最后,设立科研平台本科生科研专项基金.依托科研平台设立本科生科研专项基金,安排专人负责经费管理,资助学生科技立项.学生的科技立项也需要以团队建制进行,通过项目申请、项目答辩和专家评审后确定资助名单,本科生科研专项基金主要用于外协加工、材料购买等.项目完成后组织专家对项目开展情况、项目经费使用情况进行评审.此外,对科研团队指导教师和获得省部级以上奖项的参赛小组或竞赛队伍给予相应的补贴和奖励.

5 基于固体物理实践教学要求 完善面向本科生的科研平台管理

基于固体物理实践教学要求,完善面向本科生的科研平台管理办法,激励和保障平台共享机制的顺利进行.

首先,完善安全教育及其预约制度.科研平台除少数特殊部门外,全面开放.在进入实验室之前,需由科研平台技术人员对本科生进行安全教育与考核,掌握必要的安全操作,防止人身伤害等技能.针对本科生需要实行平台预约制.要求本科生提前预约,填写实验内容,拟定实验方案,预期实验结果等,由实验室管理人员安排时间和专人负责,并对实验内容、方案等提出修改意见.

其次,加强对本科生研究内容、方案及其仪器设备操作等方面的管理.加强本科生导师或科研团队指导教师的管理,主要是从科研方向、总体方案制定

和实验结果分析等方面,在科研能力的纵向培养方面进行管理.此外,对本科生实验室动手实践进行横向管理,也包括团队协作精神、实验进程安排、仪器操作、安全管理等方面的管理.

6 结束语

经过多年的固体物理课程教学实践,我们针对固体物理课程教学中存在的主要问题和矛盾,从固体物理教学内容整合、优化和调整,“科研平台为主”新教学模式,完善面向本科生的科研平台运行机制和体制以及本科生的科研平台管理办法制定等方面进行了探索性改革,并取得了一些成绩.通过优化和整合教学内容并创新性地开启“科研平台为主”的新教学模式,加大固体物理教学中一线科研人员与教师实践性课程和研究性课程学时比例,开设针对固体物理课程主题项目实践课程等新型教学模式,并通过借助“建立本科生导师制”“建立本科生固体物理实践课程相关的科研创新实践基地”“完善

本科生科研团队制”和“设立科研平台本科生科研专项基金”等系列手段,以及实践教学,实现了固体物理教学质量和教学效果显著提高.但对于科研平台针对本科生开放,实现固体物理教学改革本身是一项复杂的工程,涉及到诸多方面,例如,课程计划和课程评价标准制定、固体物理实践应用教学体系建立和运行机制确立等本身就是一个系统工程.因此,要培养出合格的高素质创新人才,仍需要广大教育工作者做更多开创性的工作.

参考文献

- 1 黄昆,韩汝琦.固体物理学.北京:高等教育出版社,1997
- 2 韦丹.固体物理.北京:清华大学出版社,2003
- 3 葛奔.材料专业固体物理教学实践探索与反思.科技视界,2017(21):11~13
- 4 黄新民,解挺.材料分析测试方法.北京:国防工业出版社,2006
- 5 李盛,刘朝晖.高校土木类国家工程实验室开放模式研究与探索.长春理工大学学报(社会科学版),2013,26(09):202~203

The Exploration on Reformation of Solid State Physics Teaching Based on the Research Platform of Materials and Devices Opening to the Undergraduates

Yang Zunxian Guo Tailiang Li Fushan Lin Zhixian Ye Yun

(College of Physics and Information Engineering, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350116;

National & Local United Engineering Laboratory of Flat Panel Display Technology,

Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350116)

Abstract: Considering the characteristics of solid state physics including abstract concept and difficulty in connecting theory with practice, based on our teaching practices for many years, in order to solve the principal problems existing in the teaching of solid state physics, many exploratory reforms for the solid state physics teaching, more attentions should be paid to the understanding of basic concept and integrating theory with practice. Simultaneously, the scientific research platform should be effectively utilized to design experiment according to the basic concept and phenomenon in solid state physics. On the other hand, the phenomena and results of the scientific projects and exploratory experiments should be associated with solid state physics knowledge and the physical essence in these experimental results should be analyzed and obtained comprehensively. Many advantages in integrating the solid state physics theories with their practices and combining teaching with learning in the solid state physics should be made full use of in the solid state physics teaching practice to promote the teaching level of solid state physics greatly.

Key words: solid state physics; openness of the scientific research platform; practical teaching; teaching reform