

# 材料物理课程建设的思考\*

万 红, 白书欣

(国防科学技术大学 航天与材料工程学院, 湖南 长沙 410073)

**[摘 要]** 随着材料科学不断向功能化、复合化方向发展, 材料学科的课程改革也转向“宽基础、宽口径、重实践”的培养模式上来。结合国防科技大学“十一五”重点课程建设规划及 2009 研究生培养方案, 本文在原有固体物理教学实践的基础上, 从课程建设目标、课程教学内容改革、课程教学方法改进及双语教学建设等几个方面对材料物理课程建设的思路进行阐述。

**[关键词]** 材料学科; 材料物理; 固体物理; 课程建设

**[中图分类号]** G643 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2009) S0-0021-03

## 一、引言

教学质量是高校赖以生存和发展的重要保证, 而加强课程教学改革, 则是提高教学质量的重要途径。近年来, 以电子、生物、航天和能源为应用对象的材料科学已经从过去的单一性金属材料、无机非金属材料和高分子材料转向以功能材料、复合材料、纳米材料等高性能、多功能为主的发展趋势, 对材料科学人才也提出了新的、更高的要求。1997 年国务院学位办颁发了新专业目录, 材料类的专业设置不再按传统分为金属材料、陶瓷材料和高分子材料, 而是横向融合金属材料、陶瓷材料和高分子材料的基础理论于一体, 纵向则充分强调理科与工科的结合。

为满足人才培养以及材料类专业的教学内容和课程体系改革的需要, 并与国内外“材料科学与工程”学科发展接轨, 国防科技大学启动了“十一五”研究生重点课程建设规划并制定了 2009 研究生培养方案。材料物理课程作为 2009 培养方案中材料科学与工程一级学科的研究生核心课程, 已列入学校“十一五”首批研究生重点资助课程。

拟建设的材料物理课程前身是固体物理课程。固体物理是上个世纪 50 年代末作为我国大学物理专业的一门基础课被讲授<sup>[1]</sup>。新型功能材料(特别是电子、光电子材料)的发展与固体物理课程具有密切的联系。近年来, 国内许多重点大学的材料专业都开设了与固体物理相关的课程, 国防科技大学也于 2003 年开设了固体物理课程。经过几年的教学实践发现, 传统的固体物理课程面临许多问题: 一方面, 传统的固体物理教学内容对固体物理前沿的新动态、新成果、新概念介绍得不够, 且传统的教学方法单一, 不利于学生解决问题的能力及创新能力的培养; 另一方面, 由于物理专业和材料专业的培养目标和所具有的数理基础不同, 传统固体物理的教学内容不能完全适合材料专业学员学习的需要。因此, 我校结合 2009 研究生培养方案的制定, 在原固体物理的基础上建设材料物理课程。为了使

材料物理课程建设满足重点课程建设规划的要求, 并培养和造就高素质的创新型人才, 本文从课程建设目标、课程教学内容改革、课程教学方法改进及双语教学建设等几个方面对材料物理课程建设思路进行阐述。

## 二、明确课程内涵和建设目标

材料物理性能强烈依赖于原子间的键合、晶体结构和电子能量结构与状态。材料物理是介于物理学与材料学之间的一门边缘学科, 2000 年以前, 国内外一流大学由于其科学研究重点不同, 在材料物理教学上内容有较大的差异, 所用教材也不尽相同。近年来, 大家对材料物理的内涵形成一致, 即将固体物理的理论体系与材料的物理特性联系在一起, 从物理学的角度, 来说明物质的微观结构、粒子运动状态以及它们与材料性能之间的关系。它从物理学的一些基本概念、基本原理、基本定律出发, 通过建立相应的物理模型, 阐述材料本身的结构、性质和它们在各种外界条件下发生的变化及其变化规律。通过本课程学习, 提升本学科研究生的理论水平, 使学员理解材料物理学的基本概念和基本理论, 掌握其研究与处理材料结构与性能关系的主要方法, 并能综合运用所学的知识定性或半定量地分析和解决材料特别是功能材料研究中的实际问题, 为进一步学习后续功能材料课程, 以及将来从事有关新型材料的研制、开发、应用奠定理论基础。

参照国家精品课程的评估标准, 材料物理课程建设的具体目标包括:

(1) 参照国内外知名大学的教学大纲, 并结合现代材料发展的现状和本校材料学科科研的重点方向确定教学大纲。在确定教学大纲时, 既要重视基础理论, 又要注重理论联系实际, 并重视培养学员的创造性和创新精神。

(2) 精炼教学内容, 改革教学方法, 以提高学员的基础理论水平、提升学员分析问题和解决问题的能力、引导学员创新思维为教学目标;

\* [收稿日期] 2009-04-15

[作者简介] 万红 (1966-), 男, 江西清江人, 国防科学技术大学航天与材料工程学院副教授, 博士, 硕士生导师。

(3) 形成一支以具有出国经历且教学经验丰富的教授为课程教学负责人、以具有良好教学素质和丰富教学经验为主讲教师的教学队伍,努力提高课程的讲授水平,并通过课程建设达到可对该课程进行双语教学的水平。

(4) 完成课程课件及网络教学平台建设,实现课堂教学与网络教学同步进行。

### 三、注重教学内容改革

国防科技大学从2000年起对材料专业研究生开设了材料物理特性课程,主要讲授材料的声、光、电、磁、热等功能的物理基础及变化规律。为了进一步强化材料专业硕士研究生的理论基础,2003年起材料物理特性改为固体物理,课程内容的理论体系有了较大的进步,形成了以材料的晶态结构——晶格振动和晶体的热学性质——固体能带理论与固体的电导——固体材料的介电性质——固体的磁性——材料的光学特性为主线的理论体系。通过几年的教学实践发现,固体物理课程学习存在以下几个问题:

(1) 按传统固体物理课程进行讲授所需的课时数远远大于2009研究生培养方案中材料物理课程的学时数。

(2) 材料专业学员所具有的数理基础难以满足传统固体物理课程学习的需要。

(3) 传统固体物理偏重理论体系的学习,与材料科学研究的最新内容结合不够,学习起来枯燥,不易引起学员兴趣。

(4) 缺乏实践性教学环节,不利于调动学员的积极性,不利于对理论的理解。

为此,在新一轮材料物理课程内容的确定上,既强化“三基”,即“基本概念,基本原理,基本方法”,又鼓励学员在学习过程中追求创造性的“三境界”,即“创造性地学习知识,创造性地应用知识,创造性地实现知识的再创造”;既要注重基础性,也要注重先进性,及时将现代材料的科研成果转化为教学资源。具体内容为:

(1) 课程内容在以固体晶体结构、微观原子的结合、微观粒子运动规律、电子的能带结构等基础理论知识为主线的基础上,将课程与学校的特色研究领域相衔接,以科研前沿领域的工作为补充,使学员在学习基础理论的同时领会其在材料学研究工作中的实际应用。例如,在讲授霍尔效应及热电效应时,将这些效应的物理机制与材料的实际应用结合起来;在讲授晶体结构时,作为大块理想晶体的延拓,把有关纳米晶体材料及非晶态材料的结构、性质以及应用加以介绍。

(2) 在内容的选取上,一方面对传统的经典内容加以精选,杜绝与预修课程、后续课程之间的错配现象,确保此课程起到承前启后的作用;另一方面应用新的科技成果对某些经典内容加以创新处理,使之富有新意。这不仅有利于减少教学时数,提高课程的教学效率,而且有利于使学员学会如何寻找事物的内在联系,掌握课程的精华。例如,在讲授能带理论时,介绍能带理论在光子和声子晶体研究中的地位,并引入目前国际上有关这方面研究的一些热点问题,使学员了解物理基本原理的发展对材料发展的推动作用。

(3) 在以教材为主线的教学过程中,适当地补充一些新型功能材料的发展及相关理论基础研究、功能材料的设计及性能研究等方面的大作业,以拓宽学员的知识面,提高他们的学习兴趣。同时,鼓励学员根据所讲授的基本物理规律对材料的宏观物理性能进行推断,并对所得结论进行分析。通过大作业形式,让学员自己体会到基础理论发展和应用与材料研究之间的关系,将有助于提高学员对该门课程学习的积极性和激发学员对前沿科学知识的渴求。

(4) 考虑到材料科学学员数理基础较为薄弱的特点,将教学重点放在对物理学基本概念、基本理论的理解上,并强调物理学解决材料问题的基本思路和方法,淡化物理学公式的数学推导和数学运算过程,强调物理学研究方法和研究思路及其如何与材料问题的有机结合,使学员学会从物理学的角度定性分析材料问题,并能正确应用正确的公式及方法对材料性能进行的定量分析。使学员懂得“问题是什么?”“问题的性质是什么?”“解决问题的方法是什么?”。

### 四、改进教学方法,提升教学效果

教学实际上是教员与学员互动的过程,科学有效的教学方法,是培养学员创新意识、增强创新能力的催化剂。传统的教学方法以教师传授知识、技能为主,即所谓的“填鸭式”教学,学员处于被动接受知识的地位。教学方法改革要树立“以教员为主导,以学员为主体”的观念,强调学员是学习的主人,强调教学是教与学的双边活动,强调教为学服务,实现从“以教学为主”向教学互动、以学员为主的理念的转变并落到实处。

材料物理的难点是基本理论物理模型的建立与推导以及基本理论内涵的理解。在教学过程中,充分运用现代多媒体教学手段,可以将原本抽象、枯燥的晶体结构、物理概念形象化,使学员易于理解和掌握,同时还增加了教学信息量,减少了授课学时<sup>[2]</sup>。通过网络平台建设,可以拓展教员与学员的互动空间和时间,加强师生间的交流,使教员能同步掌握学员的学习情况,也能使学员的问题得到及时解决。

大学的职能表现在三个方面:教学、文化与科研。通过教学,教给学员学习知识的方法和研究问题的思路,指导学员获取知识、探求真理。在教学过程中,把研究引入教学全过程,开展研究式教学,使学员认识真理发展的过程,培养他们的科学态度和科研能力。针对材料物理课程的特点,精心设计一些相关的研究性课题,有针对性地组织学员查阅资料、撰写小论文、进行课堂讨论或通过网络平台进行交流,引导学员独立思考和培养他们良好的思维习惯。这样,既有利于知识的传授,更有利于学员获取知识的科学方法和思维品质的培养,使传承知识与智力开发、能力培养、素质提高有机地结合。

### 五、尽快完善双语教学模式

为适应与国际知名大学接轨以及创建国内一流大学的发展需要,材料物理课程建设要实现双语授课,这也是我

校材料物理教学的一次重大变革。根据教育部的双语教学要求,目的是通过双语教学的实施,将“专业+外语”的教学模式贯穿于整个教育的全过程,以促进教育发展,加快培养各类人才并尽快与世界接轨,加快我国的现代化建设步伐。

双语教学的主要形式是使用外语作为教学的形式和手段,讲授学员所要学习的专业知识,而不是讲授专业外语;是使用外语进行专业教学并至少达到使用汉语教学所要求的同样的教学水平和课程要求。双语教学是否取得成效,应该以学员是否通过双语课程的学习,不仅学到必须掌握的专业知识,同时也学到这些专业知识的外语表达、概念理解和熟练运用作为衡量的尺度。

承担双语教学的任课教师具备流利的英语口语和标准的英语发音是进行双语教学的前提,能够自己组织和编写英语课程内容是双语教学的基础,有较强的英语表达能力和与学员进行灵活交流和沟通的能力是双语教学效果的保证<sup>[3]</sup>。双语教学一方面对教师的专业知识有很高的要求,另一方面对教师的英语水平也有很高的要求。由于现有条件的限制,直接开设材料物理的双语教学还存在很大的难度。因此,双语教学的实施要采取循序渐进的方式进行。首先,通过主讲教师的出国培训方式提高教师的英语水平、学习或观摩国外教学方法;其次,由课件全英语+中文讲解、课件全英语+中英混合讲解,逐步过渡到全程英文讲解。就目前的现状而言,不可强行强调所谓统一的模式和标准,而应该把双语教学是否取得效果作为最基本的衡量标准。双语教学一定要根据教师的英语水平和学员的实际接受程度,不断调整教学模式和教学方法,否则很难达到双语教学的预期效果。

此外,从语言学习的角度而言,要积极创造语言环境,这需要学校的大力引导和教师与学员的共同努力。

## 六、结论

现代科学技术的发展对高等教育提出了前所未有的挑战 and 改革要求,课程改革是教育的核心。结合国防科技大学“十一五”重点课程建设规划及2009研究生培养方案,对原有的固体物理教学内容、方法和手段进行改革,制定出新的材料物理的教学内容,探索新的教学手段,培养“宽基础、宽口径、重实践”的高素质复合型人才,使其更好地适应材料科学与工程学科的需求,是我们进行材料物理课程建设的目的。需要说明的是,材料科学与工程专业课程教学改革是一个庞大而又复杂的系统工程,课程改革的进行涉及到诸多方面,要使之真正跟上当今材料科学技术日新月异发展的要求,培养出新世纪合格的高素质和创新型人才,还需要通过不断的实践和探索。

### [参考文献]

- [1] 黄昆,韩汝琦. 固体物理学[M]. 北京:高等教育出版社,1997.
- [2] 李克东,黄晓地,谢幼如. 多媒体技术教学应用[M]. 北京:电子工业出版社,1996.
- [3] 华中,宋春玲,刘研. 固体物理教学改革的探讨与实践[J]. 吉林师范大学学报(自然科学版),2004,(4):26-28.

(责任编辑:林聪榕)