

“材料研究与计算机应用”课程建设实践

许鑫华 原续波 郭瑞松 黄远 胡绳荪 盛京

【摘要】 本文简要回顾了国内“计算机在材料科学与工程中的应用”课程发展历程,分析了该课程统一教学大纲和教学内容的基础以及我校目前该课程开设的现状,并对该课程的教学改革提出了看法和建议。

【关键词】 计算机应用 材料研究 课程建设

【作者简介】 许鑫华,天津大学材料科学与工程学院教授;原续波,天津大学材料科学与工程学院院长助理、副教授,天津大学大学生文化素质教育教改项目负责人;郭瑞松,天津大学材料科学与工程学院教授;黄远,天津大学材料科学与工程学院副教授;胡绳荪,天津大学材料科学与工程学院教授,天津市教改项目负责人;盛京,天津大学材料科学与工程学院教授,教育部教改项目负责人。

计算机作为一种现代工具,在材料科学研究与工程中的应用范围不断扩大,已涉及材料科学各个领域。作为未来的材料工作者如果缺乏这方面的知识,无疑是个缺憾。天津大学材料科学与工程学院在1998年就已将《材料研究与计算机应用》列为金属材料、无机非金属材料、高分子材料专业主要学科基础课。随着材料科学与工程专业的教学改革,构建新的材料学科专业教学体系和模式,培养能够适应科技和社会迅猛发展,并能持久与健康地为人类材料科学技术和经济持续发展服务的创造性人才,已经迫在眉睫。从2002年开始,在这三个专业基础上合并成立了“材料科学与工程”专业。要将原来以二级学科办学的模式逐步过渡到以一级学科办学模式,需要根据新的专业课程体系,进行课程内容的重组和更新研究,加强课程内容的跨学科性和多学科性,真正实现原有“金属材料”、“无机非金属材料”和“高分子材料”专业教学内容的整合。提高学生对计算机在材料科学中的应用能力是大材料专业课程建设中的重要内容。本课程是天津大学三个二级材料专业教学内容统一后开出的第一门学科平台基础课,如何在这种条件下开设好这门课程?课程内容应该作哪些必要的调整成为该课程教改的重要内容。经过近几年该课程的建设实践和编

写并出版《计算机在材料科学中的应用》教材取得的一些体会与大家共同讨论。

一、立足“材料科学与工程”大材料专业,加强学生对计算机在材料科学应用中基础知识、基本方法的掌握,重在应用,有利于学生形成基础比较宽厚、知识面比较开阔的知识结构

据了解国内很多院校材料类专业都已经相继开设计算机在材料研究中的应用课程,且多为必修课,说明该课程在材料专业人才培养中的地位和各高校对该课程的重视程度。但计算机在材料科学与工程中的应用课程在各高校开设情况大不相同,大多是在在原来二级学科的基础上开设,为二级学科服务,内容也相差很大,不能适应专业发展逐步从二级学科专业向一级学科专业过渡的需要,也无法适应作为院平台必修课程的要求。天津大学材料学专业拥有涵盖金属、无机、有机材料齐全的材料学科方向,根据拓宽基础和专业面的原则,我们认为虽然该课程是在原来二级学科的基础上开设,但有很多共性的东西,如将这些共性的东西提取出来,形成统一的课程教学大纲,就能将课程建设为材料科学与工程专业平台课程。

目前国内只有2~3本与本选题相关的论著,但不适合作为教材,且都是80年代末出版,内容狭窄,而计算机发展极为迅速,很多内容已经满足

不了需求。国外如 J. 埃里克森编写的《计算机在材料工艺中的应用》等虽偏重工艺控制或微观结构的模拟,可作为参考。本课程系统介绍计算机在材料科学与工程中的应用,将计算机技术与材料专业知识紧密结合起来,使学生初步掌握在材料专业领域更好地应用计算机的思路、方法和原理。在课程建设工作中注意加强现代教育思想的研究和教育理论的学习,以先进的教育思想指导课程建设实践,增强现代教育技术在本课程建设中的作用。

“材料研究与计算机应用”课程教学内容按照计算机在材料科学与工程中的应用共性我们认为大体可归纳为材料研究与应用过程中数学模型的建立方法;常用的数值模拟方法和主要物理场的数值模拟;材料行为工艺的计算机模拟;材料数据库和专家系统与新材料、新合金的计算机辅助设计;材料加工过程的计算机控制、计算机在材料性能检测方面的应用;材料科学与工程研究中的计算机数据和图像分析、处理方法;互联网在材料科学研究中的应用等。对不同的原二级学科,其中每一方面都具有共性的基础。例如作为 21 世纪的重要基础科学之一的材料科学不管是哪一个材料二级学科方向都离不开数学,通过建立适当的数学模型对材料科学与工程中的实际问题进行研究,已成为材料科学研究和应用的重要手段之一。从材料的合成、加工、性能表征到材料的应用都可以建立相应的数学模型。从刊物上发表的有关材料科学的论文来看,许多论文都涉及到了数学模型的建立和求解,甚至产生了一门新的边缘学科——计算材料学(Computational Materials Science),正是这些数学手段才使材料研究脱离了原来的试错法(Trial or Error)研究,真正成为一门科学。因此在课程中介绍了数学模型的基本概念,建立数学模型的基本步骤、原则和方法,同时给出一些与材料科学有关的具体建模实例。既较好地统一了教学内容又兼顾了各个专业方向的特点,有利于逐步实现从二级学科专业向一级学科专业过渡。加强课程内容的跨学科性和多学科性,真正实现原有“金属材料”、“无机非金属材料”和“高分子材料”专业教学内容的整合。

二、加强学生利用计算机解决材料科学与工程中实际问题能力的培养

“材料研究与计算机应用”是一门理论与实践结合非常紧密的课程,计算机毕竟只是工具,该

课程的一个主要目的就是加强学生利用计算机解决实际问题能力的培养,因此在教学计划的安排上,除课上 32 学时外,还安排了相当于两周的集中教学实践。通过本课程课堂讲授的内容和大量的举例分析让学生通过本课程的学习,了解怎样将计算机技术用于解决材料科学与工程领域中实际问题,并使之能初步将计算机用于后续专业课程学习和毕业论文和毕业设计中。在课程内容安排上一方面注重讲清基本方法和基本原理,在此基础上要求学生亲自动手实验。实践教学改革进展较大,利用学校新建的计算中心作为实践教学平台,已开出四组具有很强实用性的综合性计算机在材料科学中应用的上机实验。

随着材料研究的不断深入,从材料的合成、加工、表征到材料的应用都需要建立相应的数学模型,许多材料学科的研究都涉及到了数学模型的建立和求解,正是这些数学手段的引入才使材料研究脱离了传统上靠匠人的经验研究材料的方式,使材料研究真正成为一门科学,并在此基础上诞生了计算材料学。目前,通过建立适当的数学模型来对材料研究中实际问题进行研究,已成为材料科学研究和应用的重要手段之一。在课堂教学中首先较详细介绍数学建模步骤和原则,包括建模准备和假设、构造模型、模型求解和模型分析和检验等重要环节,然后对具体材料数学模型建立的典型的过程进行介绍,其中包括编写计算机程序或选择与算法相适应的软件,并借助计算机完成对模型的求解建模。为使学生对建模有深入的认识和掌握,在上机实践环节,我们选择了有限元软件 ANSYS 演示版,通过一个完整的实例练习,加深了学生对课堂讲授内容的理解。

数据信息的处理与图形表示在材料科学与技术领域占有重要地位。材料研究中获得的大量原始数据需要经过处理才能得到所需结果,并加以保存。计算机的飞速发展使得不但可以利用计算机保存大量的实验数据,方便快速查找,而且更重要的是可以对数据作进一步的后续处理(如计算、绘图、拟合分析等等)。可用于数据管理、计算、绘图、解析或拟合分析的软件很多,有些功能非常强大,有的则相对简单、专业化。在上机实践课中选择了以 Origin (V6.0) 软件为对象,结合材料科学研究中的一些具体实例,练习计算机在材料研究中数据处理方面的应用。三届学生在结业论文工作中的表现充分说明学生处理(下转第 51 页)

主体地位,时间长了会让人觉得平淡、形式单调。另外,由于计算机课件已经安排好讲课内容,授课时难以调整,教师的主动性、灵活性难以发挥,如果处理不好有一种让课件牵着走的感觉,比较被动。还有,传统授课时教师可以和学生随时进行交流,通过学生的反应控制讲课节奏,让学生随着教师思路走,某些地方可设置些小的悬念,让学生对下边讲课的内容发生兴趣,而多媒体授课时,学生只顾看屏幕而忽视了教师的讲解,尤其是某些需要逐步推理或演绎的内容。

经过教学实践,我们认识到,现代教育技术手段应该成为授课教师的有效工具,作为教师授课的手段之一,是教师授课方法的补充,而非替代。为了保持传统授课方式中教师的主体地位,针对上述问题,我们认为应从以下几方面加以改进:首先,教师的讲课艺术、形体语言仍然要保持,但需做相应调整,比如语调、语速的控制。让学生的注意力仍然较多地在教师这边,教师不是解说员,而是授课的主体;另外,把传统授课方式和现代化的多媒体方式有机地结合起来,如配上一个手写笔,投影屏幕也可当作黑板来用。制作课件时可以分

为助学型和助教型两种版本。助教型版画面不要太花哨,要平实一些,朴素一些,特别利用多媒体生动、形象的特点来表现传统授课方式中难以描述或不容易在课堂上演示的内容,如高分子链的运动、高分子物理实验过程等,使多媒体课件更好地为教师服务。最后,控制讲课节奏问题,在编写课件时应把目前讲授的内容和后边要讲到的内容分别放在不同的页面上,鼠标点击到的内容就是教师目前讲到的内容,后边的内容暂不出现,和传统授课方式节奏一致,省去了教师板书时间,把精力更多地投入到对内容的讲解上,还有利于保持思维的连贯性。另外,使用 CAI 课件对教师的计算机运用能力提出了更高的要求,教师要熟练掌握操作过程,对课件运用自如,更好地表达讲课意图。

在教学中越来越多地采用现代教育技术是必然趋势,无论什么教学手段,都是为教学服务的,最终目的都是改善讲课效果,提高讲授效益。因此,教师要将传统与现代授课方式相结合,掌握主动权,以取得更好的授课效果。

(上接第 40 页)材料研究中得到的实验数据的能力大为提高,毕业论文的水平。

开出的综合性、设计性实验对学生创新精神和实践能力的培养。正在准备利用材料学院平台实验室开发新的综合性实验。

积极进行考试方法改革和探索,引导学生改进学习方法,考试改革有思路、有措施、有成效。经过三年不同的实践课考试形式改革,今年在本课程的实践课考试中采用了每位学生与教师一对一单独上机考试的方式,考出了学生比较真实的计算机应用能力,也受到学生的广泛赞同,促进了学生的学习热情。

具有应用计算机解决材料科学与工程领域中实际问题的基本能力;应用现代教育技术,切实贯彻启发式、研究式、讨论式教学方法。促进学生由被动式向自主学习转变。

利用“教育振兴计划”建立的教学平台实验室和专业实验室,如材料制备实验室、材料结构实验室、材料物理性能实验室,将其中与计算机在材料科学应用有关的仪器、设备与本课程实践环节相结合,拓宽本课程实验教学内容和方式,将目前单纯的上机实践,拓宽为真正由学生参与设计的综合性实验,培养学生的创新精神和实践动手能力。