

新工科背景下矿物材料方向研究生课程体系建设探究

张帆 欧阳静 张毅 杨华明

(中南大学资源加工与生物工程学院, 湖南长沙 410083)

摘要: 在全面贯彻人才工作战略的新工科背景下, 对矿物材料方向研究生课程体系建设赋予了更高的要求, 以中南大学矿物材料方向研究生课程体系建设为例, 通过分析专业建设的背景, 阐述课程建设的原则, 解析课程体系的构成, 深化讨论了课程体系的特点及相互联系, 从而明确矿物材料方向研究生课程体系建设的目标, 围绕专业培养—科研能力—创新能力的实践路径, 培养学生成为矿物材料工程领域的创新人才。

关键词: 矿物材料; 课程体系; 专业; 研究生培养

一、课程体系建设背景

(一) 学科背景

工业和信息化部颁发的建材工业发展规划明确指出以高质量发展和经济效益为中心, 创新发展模式, 推动产业升级转型, 发展先进技术与装备为目标; 同时应提高非金属矿资源开采率、选矿回收率及其综合利用率, 积极推广矿物功能材料并实现其应用, 重点开发基于非金属矿物方面的矿物功能材料应用及研发。

此外, 面临当前经济的发展形势, 我国已将“双碳”目标纳入生态文明建设整体布局, 具体表现为, 二氧化碳排放于 2030 年达到峰值, 2060 年前实现碳中和, 严控不可再生能源项目的持续消耗, 如煤电和煤炭等项目, 推动可再生能源材料、智能和新能源等低碳产业的发展, 上述发展策略都彰显了中国今后高质量发展的目标趋势。

因此, 面对当前经济发展的挑战与机遇, 新材料及其产业已成为国际经济不断竞争的制高点, 也逐渐成为我国国民经济发展的战略产业。当前, 实现非金属矿业经济发展模式的转变和产业结构的升级调整, 其关键举措之一便是发展非金属矿物功能材料; 同时矿物功能材料采用高效开发与利用的途径, 未来 10 年, 有望在“节能、环保、新能源、新材料”等领域发挥着至关重要的作用, 将不断成为非金属矿业的经济增长点, 同时不断成为我国国民经济发展的支柱产业。

随着高等教育双一流建设总体方案的颁发, 专业建设发展的脚步不断迈进, 课程专业体系的建设应满足并符合社会的发展需求, 同时立足于培养新时代的人才。矿物材料学科主要包含矿物、加工、材料、生物、环境等众多学科体系, 且与现代高技术新材料、新能源产业、环境保护与生态修复等相关产业紧密相关, 在我国非金属矿物材料、资源深加工与综合利用等领域的专业人才培养中处于重要的学科地位。

新工科背景下, 面对着全方位、多角度培养创新型人才的新挑战, 矿物材料方向研究生培养也面临着诸多挑战, 因此有必要对研究生课程体系建设进行深化探究。围绕专业的设置、课程体系的构建、课程体系的特性及关联、课程体系建设对研究生培养的贡献与作用等方面进行具体讨论与分析, 继而完善矿物材料研

究生课程培养体系及方案建设, 为国家的经济建设培养集专业知识与创新能力综合素质的接班人。

(二) 专业设置要求

无机非金属材料工程专业属于材料科学与工程的重要学科, 已不断成为我国经济建设的支柱产业学科, 在军工、航天、能源、交通、建筑、生物等各领域均发挥着显著的作用, 是世界各国大力发展的前沿性研究方向。为适应材料科学发展的趋势, 我校设立了无机非金属材料工程专业。多年来形成了以国家、企业需求为牵引, 以国际前沿为导向, 将材料基础研究与新材料应用开发相结合的特色。专业已建设为湖南省的重点特色专业, 其所属材料科学与工程为国家一级重点学科, 专业拥有国家级实验教学示范中心, 同时与国内大型企业联合共建了国家级工程教育实践中心, 同时与国外知名大学建立了稳定的人才联合培养机制。本专业坚持“厚基础”与“宽专业”并举的培养策略, 一方面奠定学生的工科理论与实践基础, 使学生系统掌握现代无机非金属材料的基础理论和工程应用知识; 另一方面通过多学科交叉、专业方向拓展和创新意识培养, 为功能复合材料、矿物功能材料和建筑结构材料等领域培养高级专门人才。此外, 除了专业知识的传递和专业素养培养之外, 注重培养学生之间的沟通、人文的交流、团队的合作以及对文化的自信。

二、课程设置原则

本专业学生通过学习无机非金属材料科学基础、工程学科基础等基本原理、基本方法及工程应用方面的专业知识, 以及无机非金属材料工程领域的技术实践和科学研究等多方面的综合训练。各学科之间相互交叉, 互相融合, 相互促进, 为学科进一步发展提供了基础条件。矿物材料学科兼具材料科学与矿物科学属性, 彰显了明显的学科交叉特性。因此, 通过开设矿物材料学科的相关课程, 适当加大专业相关的基础课程比重, 培养具有扎实基础的“矿物学—结构学—材料学”一体化的专业理论基础, 同时注重工程实践与创新能力的培养, 培养能够解决矿物材料加工与应用过程中复杂工程技术难题的人才。同时, 矿物材料学科的发展离不开专业特色的支撑, 更应注重专业特色的发展与当前社会发展的重大需求相结合, 着重培养学生的专业能力、工程实践能力、创新能力。当前矿物材料分类还不够完善, 随着矿物材料研究与应用的持续深化、矿物材料与产业的蓬勃发展, 矿物材料的分类将不断系统化、科学化。总之, 专业体系将以培养具有学科扎实的基础理论和创新能力的高素质复合型人才为目标, 不断升级, 不断完善。

三、课程体系建设

(一) 基础课程体系构建

围绕矿物材料、功能材料、结构材料、复合材料等学科, 培养具有从事材料设计、制备与成型、结构与性能分析及工程质量

管理等方面的能力,同时培养具有科学研究、技术开发、工艺或设备制造研发设计、生产及经营管理等能力,基于上述能力要求,课程将进行以下构建:明确非金属材料、功能材料、结构材料、复合材料、矿物材料等的成分、组织、结构、性能、生产工艺、应用、环境之间关系的基本规律;掌握相关材料工艺设计、工程设计、结构表征、性能评价、质量管理等方面的基础理论和综合技能。无机非金属材料科学基础知识和工程基础知识用于解决无机材料领域中面临的复杂工程问题,主要包括以下主要的专业课程:基础理论课程包括结晶学与岩相学、无机材料科学基础;工艺制备与技术课程包括无机材料热工技术、无机材料工艺设备与自动控制;测试与表征技术课程包括无机材料测试技术、无机材料物理性能、无机材料工艺学等相关课程。

(二) 专业课程体系与教学内容构建

1. 专业课程体系

课程体系的设置应综合考虑天然矿物材料的结构、理化特性以及应用特性,通过学习矿物材料加工技术提升其应用价值,从而实现高值高效利用宝贵矿产资源的利用目标。随着高技术与新材料产业的发展,传统产业结构不断调整并优化升级,功能矿物材料的研究与技术开发受到持续关注。在充分利用天然矿物的“天然禀赋”基础上,制备具有更优性能或新功能的新型矿物材料,是非金属矿深加工与矿物材料领域的研究热点与发展方向。

未来功能矿物材料的发展,将与融合矿物学、矿物加工、材料、化工、环境、机械、电子、信息等不同学科不断交叉融合,充分发掘并提升矿物材料的功能及其应用特性。专业选修体系和教学内容的培养应充分融合功能矿物材料及多学科发展的优势,完善研究生对新时代发展中矿物材料及其多功能性的理解与运用。总之,我们应提倡一种有温度的研究生教育,培养和唤醒学生对所学专业背后的动机问题的发掘与认识,提升学生对问题的发掘能力、思辨能力及解决能力。

2. 教学内容构建

基于矿物材料专业课程体系,科学合理地设计教学内容。教学内容应包含专业必修与专业选修课程内容,此外课程教学内容还应涵盖理论教学与实践教学。课程教学内容应做到围绕学生的多方位培养做到闭环设计,如专业知识教学应包含矿物材料的制备、组分与结构、性能测试与分析、应用等方面。具体表现为:制备的教学内容应涵盖矿物材料经典的制备工艺或技术,同时还应结合当今快速发展过程中的最新制备工艺,让同学们全面地了解并熟悉矿物材料的制备流程及关键技术;组分与结构教学内容方面可以从典型的矿物材料的结构与组分出发,将晶体学与结晶学相关的专业知识贯穿其中,同时结合最新报道的科研成果;性能测试与分析方面,围绕具体的矿物材料,结合具体实例,针对检测技术或手段,进行详细的分析,让同学们能够学以致用,面临其他矿物材料时,同样能够进行科学的检测与性能分析;应用教学内容方面,由于矿物材料在环境保护、医学领域、催化、甚至是农业方面都有不同程度的应用,因此可以通过结合具体的应用案例进行讲解。综上,教学内容的构建离不开完善的课程体系设置,同样也需要科学系统的教学内容以及精心的教学设计。

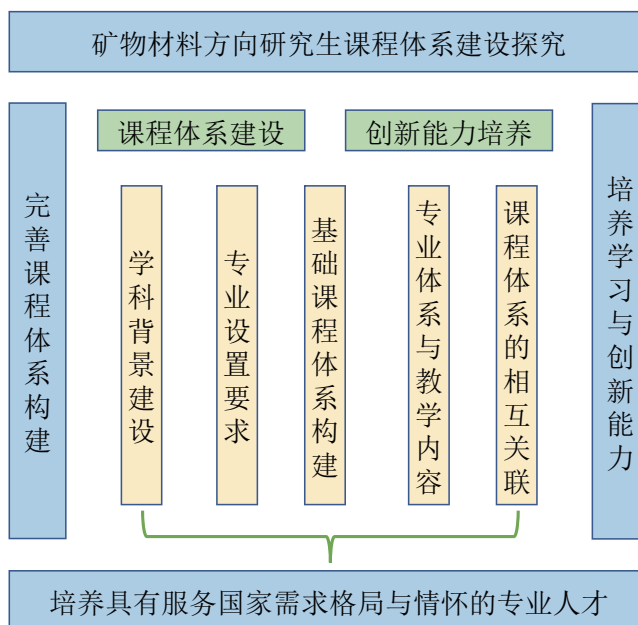


图1 矿物材料方向研究生课程体系建设构思

四、课程体系的特点及相互关联

(一) 课程体系特点

矿物材料课程通过综合利用各种金属的矿物资源,经过矿物材料的提纯、细化粉碎、表界面改性以及化学工艺的提纯,最终实现矿物材料的功能化利用。矿物材料学科是一个涵盖矿业工程与材料科学与工程、化学工程、矿物与岩石等学科的年轻交叉学科,涉及包括电力电子、信息通讯、航空航天、快速交通、深海工程、洁净能源与新能源、环境保护、生态修复、健康安全等与人类未来生存与可持续发展需求密切相关的领域,与国家科技与经济、社会发展战略高度契合。然而,当前我国矿物材料产业的基层单位严重缺乏矿物材料专业的人才,严重制约着我国矿物材料产业和应用技术的发展。

(二) 相互关联

矿物材料涉及的课程内容及加工工艺和无机非陶瓷材料非常类似。一方面,矿物材料中本身也涉及诸多无机非材料,矿物材料与陶瓷材料关联紧密,这不仅体现在内容的关联性,同时也体现在它们的制备工艺与性能分析方面。具体表现为,制备方面都需要通你物理或化学的工艺进行改性或提纯,性能分析方面都需要通过X射线手段或红外光谱技术进行组分或成分或官能团的鉴定。另一方面,矿物材料的制备或性能改善,很多最初的原料或多或少应用到了无机非陶瓷材料。因此,矿物材料与无机非陶瓷材料关联紧密。

五、对研究生培养的贡献与作用

对研究生的培养过程,一方面注重基础学科知识的教学与探讨,开设矿物学、矿物加工工程、材料科学与工程、生物医药、环境科学等专业学科的课程讲授;另一方面,鼓励学生进入实验室,探索相关领域的一些研究进展,方法,具体的应用等,通过做实验,进一步了解矿物材料的合成,制备与应用。实现理论与实际生产的结合,提高同学们的科研水平,解决问题的能力。此外,《人

民日报》也提到,培养创新人才,更加注重人才的自主创新培养,重视科学精神与创新能力培养。

同时,课程教学中应引导同学们将专业知识学习、科学精神学习与工程伦理素养全方位有机结合起来,提升同学们认识问题、思考问题以及解决问题的专业素质。通过专业理论知识与实践学习的结合,最终培养探求科学真理、发现问题并解决难题的能力,同时还时刻警醒自己,应注重培养工匠精神,刻苦钻研,不畏艰险,实现专业报国、科技强国。

基于矿物材料研究生课程的培养目标,该专业研究生培养应具备以下方面的能力:善于学习与解决问题的能力。将自己的专业所学充分、恰当地应用于解决实践中的工程问题;具备独立思考和创新研究的能力。面对实践中的难题,独立思考,善于钻研,找到突破问题的解决办法;团结协作的能力。实践中的难题往往需要集体的智慧与协作,群策群力,攻坚克难,因此需要将自己融入集体中,充分发挥自己的专业所长,贡献自己的力量;服务国家需求的格局与情怀。国家的发展与需求便是前进的动力,作为个体,以国家所求为目标,丰富完善自我,新时达的研究生更应在当前百年未有之大变局中科技报国。

因此,基于矿物材料课程,围绕课程的基础学科,构建完善的课程体系,升级教学模式,以学生为主体,紧扣知识目标、能力目标、思政目标,通过理论教学与实践教学相结合,培养学生的多方位素养,注重专业与创新能力的培养。

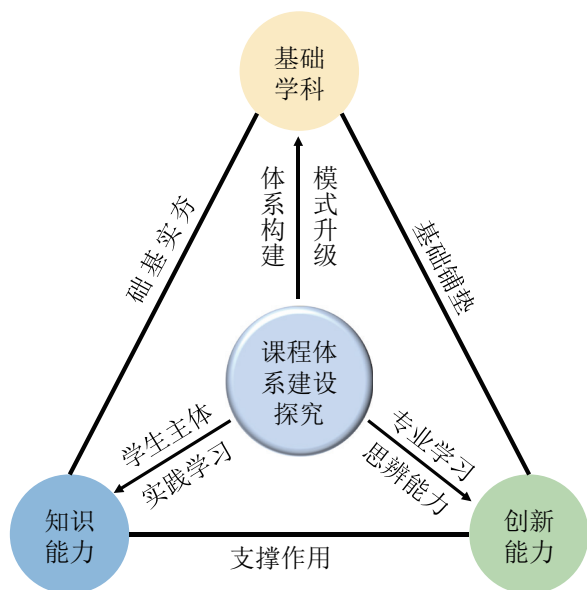


图2 研究生培养探究

六、小结

随着矿物材料学科的蓬勃发展,我国对矿物材料学科专业人才的培养要求也逐渐提升。新工科背景下,矿物无机材料方向研究生课程体系建设应基于课程设置的原理,注重培养高素质的专业复合型人才;此外应不断完善课程体系建设,包括基础知识与专业知识体系的建设;同时应考虑课程体系的相互关联,注重培养研究生学习与发现问题的能力、培养独立思考和创新研究的能力,注重培养团结协作的能力,培养具有服务国家需求格局与

情怀的专业人才。具体可从以下方面进行改善:

(一)升级课程教学体系。基于现有课程体系,结合最新的矿物材料发展趋势,考虑国家矿物材料应用方面的重大需求,完善课程培养方案及课程建设体系。

(二)升级教学计划。教学过程中面对矿物材料的专业知识传授,应结合课程实践,充分培养学生学以致用的素养,从而实现课程知识学习与能力培养的多方位塑造。

(三)拓宽培养途径,激发学生的创新思维。综合利用多种培养模式,给学生提供锻炼的平台,激发学生创新性思维的培养。

(四)理论与实践培养深化结合。在培养学生的专业知识之余,应注重实践的锻炼,将学习的专业知识在实践演练中得到充分的验证,同时实践又可以进一步拓展专业知识的提升。

新工科背景下,随着国家经济建设或国家重大需求对人才能力要求的不断提升,矿物材料研究生课程体系建设迎来前所未有的挑战,课程体系改革建设任重道远。

参考文献:

- [1] 杨亚辉.新时代“双一流”建设之道——访全国人大代表、南京大学校长、中国科学院院士吕建[J].中国高等教育,2019,(6):16-18.
- [2] 廖立兵,汪灵,彭同江.关于建立矿物科学与工程学科的一点思考[J].矿物学报,2015,35(1):1-5.
- [3] 白志民,马鸿文,廖立兵.矿物材料学科建设与人才培养模式探索[J].中国地质教育,2013,22(3):21-23.
- [4] 胡海龙,张帆,岳建岭.新工科背景下研究生创新能力培养模式探究[J].教育教学论坛,2021(52):149-152.
- [5] 郑水林.非金属矿加工与应用(第三版)[M].北京:化学工业出版社,2013.
- [6] 孙仕勇,董发勤,彭同江,等.矿物科学与工程学科建设的探索与实践[J].教育教学论坛,2016(31):108-109.
- [7] 戴可,梁华,黄鹤燕,等.科研问题向课堂教学的融入[J].教学研究与改革,2019,34(4):6-11.

基金项目:2021年中南大学学位与研究生教学改革研究重点项目子课题(512190205);湖南省学位与研究生教学改革研究重点项目(2021JGZD013)、中南大学研究生教育教学改革重点项目(2021JGA009)。

作者简介:张帆,博士,中南大学资源加工与生物工程学院讲师,主要研究方向:先进功能复合材料;

通讯作者:欧阳静,博士,中南大学资源加工与生物工程学院教授,主要研究方向:矿物材料与无机功能材料。

张毅,博士,中南大学资源加工与生物工程学院副教授,研究方向:黏土矿物精细化加工与生物医用研究。

杨华明,博士,中南大学资源加工与生物工程学院教授,国家杰青,研究方向:矿物材料。