**“互联网+”时代下《材料物理学》课程的混合式教学改革与实践**

王 姝，李冠男，唐剑锋

（西南大学 材料与能源学院，重庆 400715）

**摘要：**随着“互联网+”时代的到来，微课、翻转课堂和MOOC等信息化教学模式纷纷涌入大学课堂，教师需寻求更为积极、有效的教学方式，以便为学生多元化、全方位的学习给予指导，提高教育质量。实践证明，在“互联网+”时代下，根据《材料物理学》课程的特点，结合理工科学生的实际情况，通过明确混合式教学改革的目标，全面梳理和设计教学内容，优化和整合教学资源，采用多样化的混合式教学方法，完善多元化评价机制，在课堂上突出重点知识，加强理论与工程实际之间的联系，可以有效地提升学生的学习兴趣、自学能力和分析问题、解决问题能力，从而提高教学效果，为培养创新型和应用型人才奠定基础。

**关键词：**“互联网+”；材料物理学；混合式教学改革

**[基金项目]** 教育部产学合作协同育人项目，项目名称：基于“互联网+”《材料物理学》课程混合式教学模式的探索与实践，项目批次：2022年5月；西南大学校级教育教学改革项目（2021JY001）；西南大学研究生教育教学改革研究项目（SWUYJS226202）

**[作者简介]** 王姝（1980—），女，宁夏吴忠人，讲师，博士，研究方向：二维材料、磁性材料的制备与性能；李冠男（1085—），女，辽宁抚顺人，副教授，博士，研究方向：功能陶瓷；唐剑锋（1984—），男，四川武胜人，副教授、博士，研究方向：固体发光材料与器件。

**中图分类号：**G642.0

**文献标识码：**A

**文章编号：**

**一、引言**

《材料物理学》作为高校理工科材料物理专业的核心课程之一，主要是从物理学基本概念、原理和定律出发，重点阐述晶体材料热、电、磁、光性能的物理机制，剖析材料结构决定物理性能的基本原理。该课程涉及的材料种类繁多，综合性强，与《量子力学与统计物理学》、《材料科学基础》、《晶体学基础》、《固体物理》等课程的联系较多；同时知识点抽象又有深度，理论推导过程也较为繁琐，学生很难进行形象化思维，从而在学习过程中往往造成被动的背诵式学习方法，导致学习过程枯燥，学习效果较差；而且课程目标要求学生掌握材料物理学知识及原理，能对材料设计与应用过程中涉及的相关工程问题进行分析。如何调动学生的学习积极性和主动性，培养工程实践能力，提高《材料物理学》课程的教学效果，引起人们的重视。

在《材料物理学》的传统教学中多是以教师为主体、以讲课为中心，采用大班全程灌输式教学模式。这种教学模式的主要缺点有：①学生的学习只能跟随老师的思路，为学知识而学习，扼杀了学生的自主性和创新思维；②学习资源的获取途径主要由教师在课堂上提供，在数量和质量上会受到很多限制；③学习社群狭窄，仅仅为在课堂上的学生；④学生只是知识的接受者，始终处于消极被动的地位，参与感不强；⑤对课程内容的理解和学习难度较大，学生容易产生畏难和排斥情绪，打击学习积极性和主动性，进而影响学习效果；⑥容易忽视学生的个人兴趣、能力及个性特征，存在学情反馈不及时，针对性不强，评价效果不佳等问题；⑦学生在搜集相关资料、讨论问题、评价效果等方面都会受到时间和地点的限制；⑧教学“一(教师)对多(学生)”，很难合理、科学、公平地进行评价，也无法客观地反映学生的实际水平。

近年来，人工智能、云计算、大数据及物联网等新兴技术给当今社会的生产生活带来重大变革。随之以互联网信息技术为基础，微课、翻转课堂、大规模开放在线课程（Massive Open Online Course，简称MOOC）、小规模限制性在线课程（Small Private Online Course，简称SPOC）等的线上教学模式如雨后春笋般发展起来[1-4]，实现了以学生为中心的教学模式。同时，由于互联网发展和智能手机普及，“碎片化学习”为特征的“移动学习”已逐渐成为当代大学生自主学习的趋势。加之，当前新冠疫情形势依然严峻复杂，充分认识学校在疫情防控期间大规模、成建制开展在线教育教学，对运用信息化手段推进教育教学改革具有重大意义。但在线课堂仍存在一些内在弊端：①缺乏生生互动的课堂氛围，无法观察到学生的表情、坐姿、动作、语气、眼神等非言语信息，在与学生建立信任、共情方面都带来一些困难；②在线课程以单向信息传导为主，是标准化和程序化的，无法做到因材施教，不能培养学习者的创新能力、表达沟通能力和团队协作能力；③在线课程仅仅是资源，知识往往不成体系，不能代替教学活动，学生缺少存在感，教师监控功能较弱，对学生学习的积极性与主动性要求较高，学习效果不可控。

如何更好地利用微课、翻转课堂、MOOC、SPOC等新型“互联网+”教学模式的优势来提升课程教学质量，已成为近年来国内外教学研究的热点[5,6]。因文化背景、教学管理体制等原因，中国高校的“互联网+”课程教学与国外相比存在一定差异，主要表现在：①国外大学的班级人数多在20人以下，而国内大学通常都是大班授课（50人以上），不具备开展翻转课堂教学的现实条件；②欧美大学生通常对自身未来一段时间内的发展方向比较明确，学习主动性相对较高，而国内大学生对自身的专业定位和未来发展大多较模糊，学习主动性和积极性有待提高，而翻转课堂、MOOC的精髓恰恰是主动学习[2,3]。《材料物理学》课程与其他材料类专业课相比，除了学生人数“大规模”外，该课程还具有理论性强、原理与公式推导多的特点，对该课程完全照搬翻转课堂或MOOC教学模式就会脱离实际，盲目攀比，达不到提高教学质量的根本目的。

混合式教学（Blending Learning）将传统的课堂教学模式与微课、翻转课堂、MOOC、SPOC等在线教学有机融合，既要发挥传统课堂教学中教师的指导作用，又要借助于在线学习充分体现出学生作为学习主体的主动性与积极性，从而提高学生的学习效率，实现教学效果的最优化。经近几年的实践，混合式教学模式取得了较好的效果，但仍然存在一些问题，如在线教学发挥作用没有达到预期，在线教学资源知识利用率不高，微课、MOOC等在线资源与教学内容结合不紧密等[6]。在海量资源存在的情况下，如何利用微课、MOOC等在线资源，探索混合式教学资源建设与专业课程课堂内容相结合的有效途径，是保证混合式教学模式教学效果的关键。

超星学习通是一款依托于互联网技术，由超星公司推出的移动教学平台。该平台的超星数据库提供了丰富的教学资源，使教师可以在平台上自创课程、发布学习资料、布置课程任务、开展各类教学活动等；学生也可随时随地通过智能手机、平板电脑等电子设备接收学习通知、获取课程资源，并利用碎片化时间方便快捷地进行移动学习。

当前在教育部倡导淘汰“水课”，打造“金课”的背景下，高校课堂教学效果必须要进行改善和提高，采用新的教学模式，激发学生学习积机性，并获得切实可行的提高教学质量的优化方案。近两年，西南大学材料与能源学院对《材料物理学》课程的教学目标、内容、模式和评价方式进行了全面的改革，学生学习积极性和教学效果显著提升，课程达成度良好。针对该课程的特点、传统教学模式和在线课堂各自面临的问题以及学生的学习趋势，本文依托于超星学习通平台，通过开展“互联网+”时代下混合式教学改革的实践与探索，以提高学生学习效果为出发点，注重从多角度实现学习过程的交流互动，这样不仅能调动学生的学习积极性，还能丰富教学形式与内容，使教师单一的授课模式得以创新，也符合互联网与教育深度融合的教育发展和改革趋势。

**二、“互联网+”时代下《材料物理学》的混合式教学改革和实践**

混合式教学改革的重点不应该是课堂学习和线上学习的比例，而应在于两者如何配合，如何发挥各自的优势更好地促进学生学习。而当前教育存在的最大问题就是传授既有的专家结论，而不是培养创造性解决问题的专家思维，“在按教材章节顺序组织的陈述讲解教学中，学生连融会贯通的机会都没有，更不要说通过自主学习学会自己发现问题、解决问题，并在解决问题的过程中体会知识的价值”[7]。因此，混合式教学改革需将教学目标定位于培养解决问题的专家思维，这也符合“金课”所提出的两性一度（高阶性、创新性、挑战度），以此为出发点，来改革《材料物理学》教学的内容、形式和评价体系。混合式教学创设的学习环境有利于高阶目标的达成，但对教师也提出了更高的要求。一方面是因为“解决问题的专家思维”高阶目标对“教师的教”和“学生的学”都提出了更高的要求，必须通过整体性的计划才能得以一步步构筑；另一方面是因为所创设的学习环境包含更加多元、复杂的元素。因此，混合式教学改革要依靠系统思维，不仅要对目标进行精准和高阶的定位，而且考虑内容、资源、方法、评价等方面的设计，充分发挥课堂学习和线上学习的优势。

1. **《材料物理学》课程混合式教学改革的教学目标**

课程教研组在西南大学材料物理专业工程认证的背景下，确定了《材料物理学》的教学目标，①要求学生掌握材料物理学的知识及原理，能将其用于分析材料制备与应用相关的工程问题；②正确表述与材料物理性能相关的复杂工程问题；③并结合文献调研，分析影响材料物理性能的关键因素，以获得有效结论。《材料物理学》混合式教学改革注重培养“互联网+”时代下学生自主学习和团队协作能力，体现“知识传授，能力培养，素质提升”的相互统一，增强学生的创新精神和工程实践能力，培养学生解决复杂工程问题的综合能力高级思维。

**2.教学内容的全面梳理和设计**

混合式教学要注重学生自学能力的培养，自学则需要有效的引领，而教学任务是自主学习的内驱力。《材料物理学》教学内容涉及材料的热学、电学、介电学、磁学和光学五个知识板块。课程教研组根据课程目标和学生基础设计了教学目标，并对教学内容进行了全面梳理。首先，将每个知识板块的教学内容碎片化，形成一系列知识点；将知识点按照难易程度分层划分，并按一定逻辑关系排序，连点成线，连线成面，构建系统的知识网络，完成课程理论内容的重组，并由资深教师组织编写了新的《材料物理学》教材，正由科学出版社出版印刷。其次，结合工程应用实际和学科发展的前沿成果拟定新的教学内容，以其作为主线，穿插在混合式教学全程，并设置不同难度层次级别，包含有一定的挑战度；一方面可以拓展学生的知识面，另一方面锻炼学生运用材料物理学的知识与原理解决复杂工程问题的能力。最后，根据教学内容和课堂学习、线上学习的各自特点，结合学生的认知规律，明确课堂学习、线上学习的教学内容。布卢姆认知目标层次塔如图 1 所示，其提出的认知目标层次从下到上分别是记忆、理解、应用、分析、综合、评价[8](p124)，认知目标需要依次达到，不能跃层而及。所以，导学部分，相对独立、需记忆、理论理解难度低的课程内容，或PBL教学的问题部分，案例讨论环节的案例分享等，均可作为线上学习内容，用以完成基础的认知目标。而理论理解难度大的课程内容、PBL教学的分享和讨论环节，案例讨论环节等则可作为课堂教学，充分利用课堂教学的时间，在教师的引导下完成更高认知层次的教学目标。这就解决了“学什么”的问题。

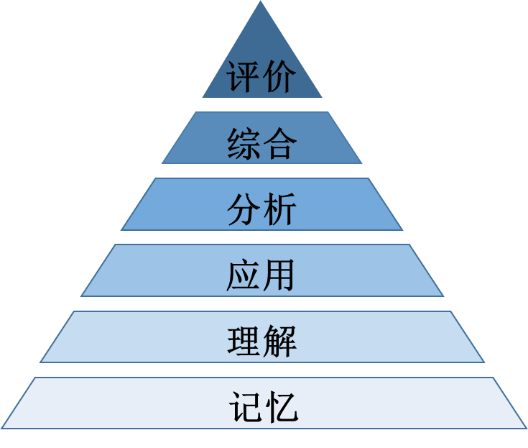


图1. 布卢姆认知目标层次塔

**2.教学资源的优化和整合**

虽然超星学习通平台提供了大量的教学资源，教师仍需要围绕教学内容和知识点，开发和构建多种类型的资源库，主要包括顶层资源库、知识板块资源库、评价考核资源库。顶层资源库有课程大纲、教学计划、习题库、教案、电子参考教材等；知识板块资源库主要以下8要素构成，包括导学短视频、SPOC视频、工程案例、PBL问题、教学课件、延伸阅读资料、课堂教学的录制视频、闯关测试；评价考核资源库是学生学习过程中形成的学习成果和记录，主要有：作业、课程问卷、答疑讨论、章节测验、学习评价分析、PPT报告等。例如，教师针对课程中相对独立、理论难度低、适宜在线教学的课程内容，需甄选相关优秀的开放课程资源，运用“录屏大师”、“视频分割合并”等软件将其精心整理成 15～20分钟的SPOC视频资源，并上传至超星学习通，作为在线教学资料，学生可通过网络随时随地进行学习，并与教师在线交流、答疑。学习理论知识要多联系工程应用实例和学科发展前沿成果，有助于学生更好地理解所学内容，同时也拓展了学生的思维，扩大了学生的视野，培养了学生创造性思维的能力，故教师需提前准备适当的工程实际案例。针对教学重点和难点，教师需精心进行PBL的问题设计，将相应的教学内容隐藏于实际问题中，使学生在探索问题、解决问题的过程中逐渐了解、认知和掌握知识点，增强学生的创新精神和工程实践能力，培养学生解决复杂工程问题的综合能力。优化和整合后的教学资源将更符合本校学生的实际情况，对知识体系有全新的丰富和充实。

**4.基于“互联网+”混合式教学模式和教学方法**

《材料物理学》课程改革前采取大班授课的教学组织形式，课堂学生数量在 50 人左右，授课过程中很难进行有效的师生互动，学生在教学过程的参与度不高。针对这一问题，我们将本门课程由大班授课模式改为小班授课模式，课堂人数控制在 30 人左右。基于“互联网+”混合式教学模式改革中，在实际教学环节注重突出学生的主体地位与教师的引导作用，提倡采用课前、课中、课后的闯关式学习和多媒体教学、SPOC教学、案例讨论教学、PBL教学、在线教学等多种开放式教学方法，将课堂学习与在线学习有机融合，充分利用课堂学习和在线学习的优势，促进学生学习质量的提高。闯关式学习是指学习过程中设置课前、课中、课后三级闯关模式。课前的在线教学预习突出基础知识，按照“看SPOC视频（或案例、PBL问题）、想问题、查资料、学课件、一级测”过程，线上提交一级闯关测试。课中课堂教学突出关键理论和重点难点的讲授、案例讨论、PBL讨论及PPT分享环节，按照“导学，听重点、论案例（或PBL问题），二级测、总结归纳”过程，线上提交二级闯关测试和小结。课后在线教学突出巩固和拓展，按照“复习、参与讨论、三级测”过程，巩固必修学习内容，回看课堂教学的录制视频，并观看与新材料和学科发展前沿相关的拓展SPOC视频，参加答疑讨论，线上提交三级闯关测试和作业。闯关式学习引导学生由易到难、步步提高、层层深入地学习，符合学生认知规律。

在闯关式学习过程，采用多媒体教学、SPOC教学、案例讨论教学、PBL教学、在线教学等多种教学方法，从学生的认知能力和课程的特点出发，引导学生积极思考、探索、参与、交流，激发学生的学习热情，鼓励学生大胆创新，勇于提出问题并面对挑战，培养学生分析问题能力和应用理论解决实际问题能力，促进学生富有创造性地主动学习。例如，在讲半导体相关课程内容的时候，可在课前一周将半导体材料、集成电路和我国半导体行业快速发展的SPOC视频上传至超星学习通，随后提出相关产业发展中的一些问题，并要求学生线上作答。如，为什么锗半导体最先发现而现在广泛应用的却是硅半导体？让学生意识到不同材料所具备的性质不同，其中的微观机理决定了它在不同领域和方向的应用。实际应用的半导体材料和理想的半导体材料有何不同？点缺陷是如何影响半导体特性的？请结合具体例子来回答。这几个问题的答案，需要学生了解实际半导体中点缺陷的种类、性质及其作用。又如，由于材料热胀冷缩，传统钢轨之间衔接处有专门为钢轨受热膨胀伸长而设的缝隙，以避免在温度升高时钢轨产生相互挤压、扭曲和上拱，使铁路变形。但是，作为新时代深受大众喜爱最为便捷快速的交通工具，高铁轨道却采用的是无缝钢轨，引导学生思考“无缝钢轨是如何克服热胀冷缩呢?” 上述SPOC视频和问题能够吸引学生关注课程内容，激发学生的学习兴趣，提高学生的学习主动性和兴趣，提升课程预习效果。其次，当启发学生带着热情与问题走进课堂后，在课堂上教师要充分引导学生对学习内容深入思考，组织学生对发现的问题进行讨论思考，深化对理论知识的认知。课后除布置作业以巩固和强化学习成果，应鼓励学生基于先前课程内容对前沿的科学研究和学术发展及应用前景进行学习了解，定期举行讨论活动，对相关内容以视频、图片或者 PPT 等形式进行交流探讨，达到二次巩固知识的目的。此外，教师要重视超星学习通平台上反馈的每一级测试分析、讨论情况，及时梳理和提炼出学生掌握薄弱的环节，进行针对性地讲授，并充分把握每个学生的学习特点，做到因材施教，让每一个同学的个性和特点得到最大程度的张扬。同时，教师也要反思在教学过程中的不足，不断改进自己的教学方式和教学内容，从而提高以后的教学质量。 这就解决了 “怎么教”和“怎么学”的问题。

**5.多元化评价体系**

《材料物理学》课程采用基于“互联网+”的混合式教学模式，根据此教学模式及其特点，课程的考核选择多元化的评价体系，即在线、线下学习情况均应纳入考核，包括过程考核（40%）和期末闭卷考试（60%）两大部分。这样的考核方式有利于学生充分认识到不同知识点的特点并有针对性地开展在线和线下的学习，对重难点的突破与巩固更有效，教学考核更具真实意义。其中过程考核具体包括在线学习、课后作业和课堂表现三部分。其中，在线学习包括SPOC视频学习时长、学习次数、闯关积分、作业成绩、讨论活跃度，课堂表现则包括签到次数、抽问和抢答的正确次数、案例讨论和PBL分析讨论环节的学生自我评价和同伴评价等；而线下学习的考核采用闭卷考试的方式，着重对基本概念、基本理论、基本计算以及材料性能的改善和材料应用等工程问题进行综合考查。这就解决了“怎么考”的问题。

**三、教学改革效果与反思**

现根据西南大学材料与能源学院材料物理专业2018级与2019级学生（即教学改革前和教学改革后）的课程目标总体达成度为例，如图2所示。通过本轮次教学改革与实践，学生能够较好地完成学习任务，达成课程的目标期望值，尤其是针对课程目标2和3的学生成绩明显提高，说明教学改革后学生解决复杂工程问题的综合能力明显增加。此外，通过对2019级学生发放课程学习调查问卷发现，89% 学生能够适应新的教学模式，82.93%学生愿意继续采用新的教学模式，并有 69.51% 学生愿意在其他课程中尝试混合式教学模式。学习过程中遇到问题时，学生们更倾向于通过看书、查阅在线资源和网上求助的方式解决问题（71.95%）。18.3%的学生能每次都做课前预习，58.54%的学生经常做课前预习，23.17%的学生偶尔进行课前预习，由此可以看出，学生的学习主动性还有待加强，而且呈现明显的个体差异，同时教师还需进一步加强网络资源建设的力度，力争将更多精品资源呈现给学生，调动学生网络学习的积极性。



图2. 2018级和2019级学生的课程目标总体达成度对比

由于基于“互联网+”的混合式教学改革才实施两年，经验不足，所以还存在一些问题。如，①学生个体差异突出，学习主动性两级分化严重，个别学生学习积极性不高，需调整教学方式和方法以激发其学习主动性和积极性；②如何加强在线−线下教学知识点间的串联等方面还要进一步探索与研究；③线上−线下教学的评价方式还有不完善的地方，比如如何防止网上作业抄袭的问题、讨论课组里有学生“打酱油”的情况；④如何科学地、公平公正地、合理地进行过程考核也是需在后续授课过程中要考虑的问题。

**四、结语**

在《材料物理学》课程教学中进行基于“互联网+”的混合式教学改革和实践，既包括在线学习和课堂教学的混合、多种教学方法的混合，也包括“互联网+”和课堂教学的深度融合。这种教学模式形成以“学生为中心”，教师“导学”和“助学”相适宜的教学理念，以提高教学质量为目标，加强了教师和学生之间的互动，激发了学生学习积极性，锻炼了学生自主学习的能力以及团队协作能力。通过这种教学实践，不仅可以使学生更好地掌握本课程的理论知识，还可以培养学生思考的主动性，拓展学生的工程实践思维，为学生以后的工作打下良好的基础。

**参考文献：**

[1] 李长青, 张俊才, 毕建聪, 赵志凤. 材料物理性能微课教学浅析[J]. 黑龙江教育·理论与实践, 2015, 1: 85-86.

[2] 黄田富, 胡志彪, 吴粦华. 翻转课堂教学法在《材料力学》课程教学中的应用[J]. 龙岩学院学报, 2015, 33(5): 112-116.

[3] 宋剑锋, 董永刚, 李兴东, 杨新. 基于学堂在线MOOC平台的《工程制图基础》在线开放课程建设[J]. 中国教育信息化, 2018(5): 58-62.

[4] 康叶钦, 李曼丽. 小规模限制性在线课程“来袭”[N]. 中国教育报, 2014-01-14(2).

[5] 范强，杨建会. “材料测试技术”课程线上线下混合式教学模式的实践与探索[J]. 课程教学, 2021, 2: 144-145.

[6] 胡雪，魏敏，夏博，胡蓉，葛云. 基于“互联网+”的《工程材料》课程混合式教学实践与改革探索[J]. 高教学刊, 2021, 2: 124-128.

[7] 别敦荣. 大学教学改革新思维和新方向[J]. 中国高教研究, 2020(5): 66-70.

[8] 何克抗，谢幼如，郑永柏. 教学系统设计[M]. 北京：北京师范大学出版社, 2016, 124.

**Hybrid teaching reform and practice of "Materials Physics" course in the era of "** **Internet accelerated speed "**

WANG Shu ,LI Guan-nan ,Tang Jian-feng

(Southwestern University , School of Materials and Energy ,Chongqing ,400715)

Abstract: With the advent of the " Internet accelerated speed " era, information teaching modes such as micro-courses, flipped classrooms and MOOCs have poured into university classrooms, and teachers need to seek more active and effective teaching methods in order to guide students' diversified and all-round learning and improve the quality of education. Practice has proved that in the era of " Internet accelerated speed ", according to the characteristics of the "Materials Physics" course, combined with the actual situation of science and engineering students, by clarifying the goals of blended teaching reform, comprehensively sorting out and designing teaching content, optimizing and integrating teaching resources, adopting diversified blended teaching methods, improving diversified evaluation mechanisms, highlighting key knowledge in the classroom, and strengthening the connection between theory and engineering practice, students' learning interest, self-learning ability and analytical and problem-solving ability can be effectively improved. So as to improve the teaching effect and lay the foundation for cultivating innovative and application-oriented talents.

Keywords: " Internet accelerated speed "; Materials Physics; blended teaching reform