应用物理学专业主干理论课程群项目式教学模式探索

崔维娜， 李红霞， 刘玉真， 孙敏， 刘素梅

（南京理工大学 理学院，江苏 南京 210094）

**[摘 要]**  组建课程群和进行项目式教学是理工科院校提升理论课程教学质量和培养创新人才的有效途径。根据应用物理学专业课程内容探讨组建主干理论课程群的必要性以及进行项目式教学的可行性。结合南京理工大学应用物理学专业特点提出在主干理论课程群进行项目式教学的实施策略。

[**关键词**] 课程群；项目式教学；创新人才；教学模式改革

[**基金项目**] 2023年南京理工大学本科教学工程理学院“电磁微纳材料课程群项目式教学模式探索”(AE914010)

[**作者简介**] 崔维娜（1979-），女，山东淄博人，理学博士，南京理工大理学院副教授，硕士生导师，主要从事非线性物理，超材料的理论研究。

**[中图分类号]** G642 **[文献标识码]** A

建设世界一流学校与一流学科，简称“双一流”，是国家在高等教育领域做出的重大战略决策，是中国从高等教育大国向高等教育强国转变的重大举措，其核心任务是建设一流的本科教育[1]。近些年随着国际环境剧变，西方国家对中国高科技产品贸易管制愈演愈烈，全球产业链面临重塑，习近平总书记曾多次讲：“关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。”关键核心技术能够自主研发，缩小基础科学上的差距，从而避免被“卡脖子”成为目前我国发展的迫切需求。教育部于2020年始推行“强基计划”，正是为了选拔培养有志于服务国家重大战略需求且综合素质优秀或[基础学科](https://baike.baidu.com/item/%E5%9F%BA%E7%A1%80%E5%AD%A6%E7%A7%91/7809018?fromModule=lemma_inlink" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%9F%BA%E7%A1%80%E5%AD%A6%E7%A7%91%E6%8B%9B%E7%94%9F%E6%94%B9%E9%9D%A9%E8%AF%95%E7%82%B9/_blank)拔尖的学生，从而发挥数学、物理、化学、生物等基础学科的支撑引领作用，聚焦高端芯片与软件、智能科技、新材料、先进制造和国家安全等关键领域[2]。南京理工大学应用物理学专业作为国家级一流本科专业建设点，以物理学科为基础，与光学工程、电子信息和材料、材料科学与工程等学科有机融合而形成的交叉型专业，培养理论基础扎实、创新能力突出的相关领域的高素质人才为目标。为适应当前国家战略发展及国防创新需求，亟需优化专业课程结构、建设创新人才培养课程体系。但只对某一门课程进行改革与设计已不能满足目前社会对综合型高素质人才的需求。对应用物理学专业课程进行整合、重组和优化配置，对教学中相互影响、相互依靠的相关课程进行统一规划、设计和构建的课程体系,以课程间的知识、方法、问题等逻辑联系为结合点构建课程群，从而融合课程内容，优化知识结构体系，打造学科优势是提高本科教育教学质量的有效途径之一[3]。另一方面，在“以课堂为中心，以老师为中心，以教材为中心”的传统教学模式下，培养学生将知识应用于实践的能力和创新能力受到限制，这与双一流院校要培养具有综合素质和创新能力的应用人才目标定位不相适应。基于现代教育理念—构建主义理论的项目式教学模式是改善现状的有效策略之一[4]。项目式教学法的核心思想是通过构建真实情境，在发现问题和解决问题的过程中，激发学生的兴趣，唤起其深度思考。通过主动探索的学习方式，充分发挥学生的主体作用和主观能动性，使学生获得新知识并应用新知识，激发学生的创造性并提高学生专业素质和综合竞争力,有利于培养具有高阶思维能力的人才，以适应国家经济发展对科学技术创新的需求[5]。

一、组建主干理论课程群的必要性

《电动力学》、《量子力学》、《固体物理》做为专业基础主干课程，在人才培养课程体系中发挥着重要作用。《电动力学》是物理学专业四大理论物理课之一，采用理论推导和演绎的方法从实验定律和介质方程出发,得到一般形式的麦克斯韦方程组,通过严密的数学推导得到电磁场、电磁波的基本特征,电磁波的激发、辐射和传播特征,以及带电粒子与电磁场的相互作用等电磁场的基本规律。该课程是基于电磁学课程的高阶内容，其概念更抽象，应用的数学基础要求更高，论述推导过程也更深入和普遍，理论性也更强。教学中繁杂的物理公式和数学推导常常会让学生忽略对物理图像和物理问题本质的把握。《量子力学》是研究物质的微观结构及其规律的理论，它重点研究分子、原子、原子核、凝聚态物质和基本粒子的结构与性质。传统的教学方法强调《量子力学》理论上的连续性、严谨性，而没有重视知识的应用以及与当前最新科技发展的结合，在教学过程中学生普遍反映理论抽象难懂并且数学推演有难度，被学生认为是最有难度的课程之一。《固体物理》是一门研究固体的微观结构及其组成粒子之间的相互作用与运动规律的学科，教学内容主要包括晶格理论、能带理论、电子在电场和磁场中运动、金属电子论等内容。由于教学内容涉及大量的三维晶体结构、和严密的数学推导，需要学生具有丰富的空间想象能力、扎实的理论知识基础和较强的物理思想，这使得固体物理的教学面临很大的挑战。以上三门课程在实际教学中使用的教材分别是高等教育出版社出版的[郭硕鸿](http://www.baidu.com/link?url=FWYHoy4v0uXsGQNAiwalnbtSjCC1R2uyHQCNYuYrhJMsdCNmWyexVxbnSIM3b-Sr04rzjmYciPI65HqSoqymIExFkBek0H3len0zaJ_T9K2KXvs1CFVQUNWrxXcD49TF" \t "_blank)所著《电动力学》、周世勋所著《量子力学》、黄昆所著《固体物理》，是被国内各大高校广泛使用的经典著作。尽管经典教材的理论体系完整，逻辑严密，表述严谨，但教材更新缓慢，偏离科技前沿[6]。本世纪以来物理学的学科前沿和产业发展都在不断变化中，新实验新技术新方法催生的物理现象层出不穷，新的研究课题不断出现。同时在高速发展的多媒体、计算机、互联网等信息技术的支持下，信息的传递变得越来越便捷和容易，发挥互联网时代的优势成为每位老师面对的现实需求。应用物理学专业的主干理论课程需要的基础知识多、理论性强，公式推导多，知识点繁杂，学习兴趣不高，部分学生认为课程枯燥、难学。在课堂教学实践中，由于课程内容偏理论，教学中不同程度存在着重理论、轻实践，重共性、轻个性等问题，各课程任课教师之间也没有很多交流。南京理工大学应用物理学专业做为与光学工程、电子信息和材料、材料科学与工程等学科有机融合而形成的交叉型专业，近些年增加了半导体物理系列课程，致力于培养具有扎实的半导体理论基础和突出创新能力的人才。但前期主干理论课程的教学大纲和教学内容没有很好体现新材料、新能源的需求，没有有效地联系当代高新技术发展，教学方法不能完全适应创新型、应用型人才培养的要求，以上问题需要系统的研究和解决。

二、项目式教学引入主干理论课程群的可行性

理论课程《电动力学》、《量子力学》、《固体物理》作为应用物理学专业的重要基础必修课内容联系紧密、内在逻辑性强、属同一个培养能力范畴，具备组建课程群的内在一致性。课程群内不同课程之间内容联系紧密，比如谐振子模型，在《量子力学》中通过求解薛定谔方程可得到本征值以及本征函数，学习的重点在于如何利用薛定谔方程求解具体问题并进行物理分析。在《固体物理》谐振子模型出现在晶格振动与晶体的热学性质这一章，利用谐振子模型建立了声子和原激发的概念，处理了电子或光子与晶格振动相互作用时的能量问题。《量子力学》微扰论在量子力学中是处理斯塔克效应，光电发射和吸收等问题的重要方法，在《固体物理》中处理近自由电子能带时同样是有力工具。激光时代开启于受激辐射理论，爱因斯坦从理论上首次提出并预言了激光产生的可能性。受激辐射是关于原子对光的发射和吸收有关的理论，是原子体系与光相互作用所产生的现象，在初等《量子力学》教材中采用量子力学处理原子体系，而光则仍然纳入《电动力学》中的麦克斯韦方程组的框架处理。并且随着学科的发展以及外延的扩展，不同课程知识点之间的关联越来越多，而近些年兴起的微纳材料领域就可提供众多将课程群内课程知识点串联起来的素材。微纳结构材料指的是具有微米或者纳米尺度结构特征的材料。微观尺寸的材料的结构、成分与特性往往决定着宏观的物质特性，由于微纳尺度的特殊性质，这些材料在众多领域表现处理优异的性能和广阔的应用价值，包括电磁性能[7]。现代微加工技术的进步更是使得微纳结构材料的研究与应用已经成为科技领域的热点之一。结合目前微纳材料的研究热点，以研究型项目贯穿课程群建设始终，围绕对此项目的探究对微纳电磁课程群中的课程进行再设计，可以增强不同课程之间教学内容的关联性，使学生在项目学习的过程中去思考和探究, 从而提升课程质量,提高学生的科学思维和科研计算能力，培养科研兴趣和创新精神。南京理工大学应用物理系的半导体微纳结构与量子信息感知是工信部重点实验室，依靠此微纳材料创新平台，更是使项目式教学具有现实的可操作性。

三、在课程群进行项目式教学的实施策略

以《量子力学》、《固体物理》、《电动力学》组建专业的主干理论课程群，以对面向微纳材料电磁性质的探究为驱动，可以对相关课程内容进行再设计，创新教学方法、教学手段和教学评价机制，从而提升教学质量。我们认为可从以下几个方面进行探索：

（一）融入微纳材料中的物理前沿进展，丰富优化教学内容。

随着科学技术日益发达,各类学科知识的积累越来越多,新的研究成果层出不穷。在进行专业授课时，老师依据学科前沿动态与社会发展需求动态更新知识体系，并与专业领域的知识体系融合，结合信息化手段，打造与微纳材料相关的基础与应用的教学内容体系，可以提高学生学习热情，使学生更有代入感，学习目标更加明确。十九世纪[经典物理学](https://www.zhihu.com/search?q=%E7%BB%8F%E5%85%B8%E7%89%A9%E7%90%86%E5%AD%A6&search_source=Entity&hybrid_search_source=Entity&hybrid_search_extra={"sourceType":"answer","sourceId":"3177600500"}" \t "https://www.zhihu.com/_blank)的高峰《电动力学》的理论核心—麦克斯韦[方程组](https://www.zhihu.com/search?q=%E6%96%B9%E7%A8%8B%E7%BB%84&search_source=Entity&hybrid_search_source=Entity&hybrid_search_extra={"sourceType":"answer","sourceId":"3177600500"}" \t "https://www.zhihu.com/_blank)至今仍然被认为是最美的物理学公式之一，原因在于对[电磁现象](https://www.zhihu.com/search?q=%E7%94%B5%E7%A3%81%E7%8E%B0%E8%B1%A1&search_source=Entity&hybrid_search_source=Entity&hybrid_search_extra={"sourceType":"answer","sourceId":"3177600500"}" \t "https://www.zhihu.com/_blank)的任何理论建模某种程度上都可以归纳到其中，也包括现在正在发展中的微纳材料中的电磁现象，将此领域的科技前沿内容反溯到教学实践中不仅拓宽知识体系同时可以激发学生的好奇心。比如《电动力学》第一章电磁场的基本规律可以介绍微纳材料中超材料的奇特电磁特性，介电常数、磁导率在教材中默认为正值，但在人工制备的微纳尺寸的超材料中却可以为负值，从而产生一系列的自然界中所没有的现象，比如相速度方向和能流方向不再相同而是相反，透射波和入射波在法线同侧，反常多普勒效应等等。在第四章电磁波的传播中讲授趋肤效应、穿透深度等概念时，可引入表面等离激元的概念。当电磁波入射到金属与[电介质](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E4%BB%8B%E8%B4%A8/5419522?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)分界面时，金属表面的[自由电子](https://baike.baidu.com/item/%E8%87%AA%E7%94%B1%E7%94%B5%E5%AD%90/5428153?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)发生集体振荡，电磁波与金属表面自由电子[耦合](https://baike.baidu.com/item/%E8%80%A6%E5%90%88/2821124?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)而形成的一种沿着金属表面传播的近场电磁波，在共振状态下[电磁场](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E7%A3%81%E5%9C%BA/425162?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)的能量被有效地转变为金属表面自由电子的集体振动能，这时就形成的表面等离激元这样一种电磁模式。电磁场被局限在金属表面很小的范围内并发生增强。表面等离激元特性和效应只有当结构尺寸可以与表面等离激元传播距离相比拟时才会显露出来。与表面等离激元有关的研究内容非常广泛，比如在纳米尺度实现电磁场的调控，实现隐身，提高近场显微镜的分辨率，在数据存储、亚波长结构波导、光镊、生物传感器等众多领域都有应用[8]。《量子力学》第二章为波动力学的内容，薛定谔方程是量子力学的基本方程，反映了描述微观粒子的状态随时间变化的规律，揭示了微观物理世界物质运动的基本规律，如牛顿定律在经典力学中所起的作用一样。薛定谔方程是微观世界中处理一切非相对论问题的有力工具，在[原子](https://baike.baidu.com/item/%E5%8E%9F%E5%AD%90?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)、分子、固体物理、[核物理](https://baike.baidu.com/item/%E6%A0%B8%E7%89%A9%E7%90%86?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)、化学等领域中被广泛应用，并被扩展到了非线性领域。微纳材料中的非线性现象是热门研究领域之一，通过调控微纳材料中光的几何相位、局域电磁增强等物理机制,可实现光与物质相互作用的显著增强,为实现非线性微纳现象及其应用开启了新的大门。近年来微纳材料中的非线性效应取得了一系列的研究进展，其中有些现象可以用非线性薛定谔方程描述。《量子力学》第五章的微扰理论。在量子力学中由于体系的哈密顿算符往往比较复杂，薛定谔方程能够严格求解的问题寥寥可数，因此引入各种近似方法求解薛定谔方程就显得十分重要，微扰理论就是行之有效的近似方法。《量子力学》中的微扰理论处理的是微观领域的复杂问题，此理论同样可以处理微纳物理材料中的复杂问题[9]。《固体物理》是联系微观与宏观的学科，固体的宏观性质决定于固体的微观结构和微观粒子的相互作用。结合应用物理学专业的特点，课程的主要内容有晶体结构、晶体结合的基本类型、晶格振动、晶格热容的量子理论、金属电子论、固体能带理论基础等。该课程要求学生了解或掌握固体物理的研究对象、研究内容、研究方法以及相关领域应用研究，以及揭示固体表面现象与内在本质联系的固体微观理论、相关处理分析方法等。虽然教材中展示了基于一维原子链模型推导的电子能带表达式及能带结构示意图，但是这对学生深入理解实际材料中能带的形成、能带结构的特点是远远不够的。 我们可以结合南京理工大学应用物理系的半导体微纳结构与量子信息感知实验室有关微纳材料的科研成果，展示不同材料的能带结构，让学生更直观地理解导体、半导体、绝缘体的区别,有助于掌握固体中价带、导带和带隙的概念。不但可以让枯燥理论教变得生动有趣，还可以丰富优化教学内容，让学生更清楚地了解能带的内涵。

（二）教师组建教学团队，学生分组进行项目探究。

项目式教学的实施方式有完全项目式教学和部分项目式教学两种方式，考虑到本课程群内的课程理论难度大，内容抽象，采用部分项目式教学模式，即部分内容以教师讲授为主，部分内容通过以学生探究式自主学习为主，两者有机结合完成教学任务。

采用项目式教学要求教学团队老师首先要对课程群内知识体系有总体把握，熟悉不同课程之间的交叉知识点，掌握对项目研究所需要的课程内的专业知识。在备课阶段，先熟悉课程群内所有课程的教学大纲、培养目标、课程设置、知识框架等，在此基础上将完成项目所涉及的本课程内容以及与群内其他两门课程的相关部分筛选出来，突出其重要性。通过教学内容之间的相互衔接,以知识单元为线索进行优化整合,强化课程之间的知识联系及系统性。在课程群内展开项目式教学之前要基于课程标准、教学内容和学生经验确定具体的研究课题项目，然后按照知识逻辑顺序、学生的认知水平和能力发展把课题拆解成几个任务和问题。接下来把教学内容和该项目内容进行整体的合理规划并分配课时，确定每课时需要完成的任务，统筹安排课上和课下任务，明确需要调研的内容、查找的素材以及解决的具体问题，方便学生进行有效的自主学习。在对项目进行规划时注意知识学习和项目探究的统一性，避免只看到知识点忽视问题的解决过程，学生自主学习的自由度过小；同时不能为了落实项目的实施而忽略了课程核心内容的学习。教学团队老师对探究项目涉及的的问题需要进行集体讨论，比如设计教学项目、项目实施规划、项目评价机制等有关内容，对项目内容和课程群的教学内容都能有全局性的认识。在项目式学习的过程中教师需要系统审视项目的拆分是否合理及具有可操作性，是否将教学内容和项目探究进行了较好的融合，是否提供了解决问题的思路和框架，是否激发了学生学习的兴趣从而促进了学生探究问题解决问题的能力等。教师在课程施教过程中对项目进展进行及时跟进，发现不足，对教学设计进行再优化[10]。教师作为实施项目式学习的组织者、引导者、咨询者和评价者，不仅需要熟悉教学内容还要熟悉与项目相关的研究领域、创设学习情境的能力、团队合作精神以及具有跨学科的综合解决问题的能力，这对教师的能力提出了更高的要求，也是在课程群开展项目式教学模式的难点之一。

尽管制定教学计划、规划教学项目通常由老师完成，但在项目式教学中学生才是学习的主导者。在项目式教学实施之初学生自主分组，每组选定负责人，负责人也根据项目的推进程度和对项目的贡献轮流当值。接下来进行小组协作，完成文献调研、开题、设计方案、选定研究方法、结题等。实施研究性学习的切入点是将讨论式教学贯彻到课堂中，让学生成为课堂教学的主角。以研究项目—对电磁超材料中的耦合效应的研究融入课堂教学为例，在《电动力学》有关电磁波的单元中，让学生调研超构材料的基本性质、制备方法、电磁波与超材料相互作用的机制等基本原理，进行课程讨论。《量子力学》的薛定谔方程揭示了微观物理世界物质运动的基本规律，反映了描述微观粒子的状态随时间变化的规律，也被广泛应用于其他领域，可以启发学生去探究薛定谔方程以及非线性薛定谔方程在超构材料哪些领域中起作用。《量子力学》的微扰理论是处理复杂超构材料体系的有力工具。微扰理论把[系统](https://baike.baidu.com/item/%E7%B3%BB%E7%BB%9F?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)视为[理想模型](https://baike.baidu.com/item/%E7%90%86%E6%83%B3%E6%A8%A1%E5%9E%8B?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)的参数或结构作了微小扰动的结果来研究其运动过程的数学方法。当把超构材料可以视为均匀介质，并且有非线性介质填充的情况下，学生可以尝试探究用微扰法处理此领域非线性激发问题。《固体物理》课程中晶体结构中中的一维原子链模型可以扩展至一维超构材料，比如纳米金属棒对组成的链，金属纳米三明治链，金属薄膜上的狭缝与圆孔组成的双原子链结构等均可构建一维单原子链以及双原子链。项目组成员可以将处理天然晶体结构一维原子链的方法延伸至此类人工纳米原子链，选用不同类型的共振单元，采用解析或者数字模拟的方式对其色散关系，能带结构等电磁特性进行分析，并得出结论。在完成此项目的过程中学生需要从《电动力学》开始接触项目，了解超构材料的基本原理和基本性质，在学习《量子力学》课程中掌握完成此项目的基本方法，《固体物理》课程可提供理论模型和解决问题的思路做参考，对项目的研究探讨贯穿整个课程群教学的始终。此项目涉及知识点涉及不同课程的不同章节,学生为完成项目，必然会打破学科壁垒，进行跨学科的学习。学生根据主动去调研去寻找知识完成项目任务,学习积极性必然更高，学到的知识更扎实。在此探究过程中不仅能感受已有知识的价值，还拓宽了课本知识的边界，锻炼了思考能力、发现问题、分析问题与解决问题的能力。

（三）完善考核方式和评价体系。

以“知识+能力+素质”为中心，建立多元化学习评价体系，探索过程性评价与终结性评价相结合，促进学生自主性学习和过程性学习。既强调笔试的重要性，又注重教学过程与教学效果的考核，以激发学生平时学习的积极性，减少学生期末临时突击的现象。在课前准备阶段，教师可以通过在线学习平台推送教学目标、具体项目要求，要求学生完成预习、项目分工、思考需要解决的问题等任务[11]。在课程实施阶段，主要采取的教学环节包括项目引入、新知讲解、小组讨论发言等，组织和引导学生开展项目研讨活动。对关联知识点设立单元模块，展开单元式学习，设置探究式题目，鼓励学生积极上网搜索相关知识，阅读文献，进行初步科研训练，以达到项目式学习的目的。对相关内容可以展开小组讨论，小组内进行互评。在此过程中，教师可以考核学生对所学内容的理解程度，评价学生独立学习、运用知识的能力，检查学生对问题进行自主探究与独立解决的过程。在课后总结评价阶段，持续追踪学习成果，通过作业完成情况检查学生对本节知识点掌握情况。过程性考核注重多样性，除了传统的作业练习、单元测试、期末笔试外，以科研总结或者科研论文的形式考查学生进行科研项目探究式学习的成效。将对项目的探究贯穿于课程群三门课程学习的整个过程，完成项目持续时间会比较长，这种持续性同时彰显了学生在项目式学习过程中的进步与发展。在此过程中，学生的独立思考能力，创新能力以及自主解决问题的能力都得到了培养和锻炼，不仅考查学生的学习能力与沟通合作能力，还可以动态监测学生的学习情况，考查学生的学科素养，充分体现学生知识、能力和素质的综合水平。但我们注意到随着大学生获取知识的渠道和媒体越来越多元化和便捷化，老师越来越难以分辨是自主解决问题还是简单摘抄；同时学生会提出各种理论和实际问题，能否对学生解决问题的能力进行合理评判，这也对教师的理论水平和知识面素质提出了越来越高的要求。

结语

在当前国际环境下，尤其过去三年来美国对中国在高科技领域特别在芯片行业的“卡脖子”，让中国人认识到科技自立自强是国家强盛之基、安全之要。实现高水平科技自立自强，归根结底要靠高水平创新人才。高等院校做为国家战略科技力量的重要组成部分，在基础学科、新兴学科、交叉学科建设，推进科研创新，培养研究型创新型人才等方面肩负着重要职责[12]。在实践探索我们发现在组建《电动力学》、《量子力学》、《固体物理》的课程群中进行项目式学习，优化教学内容，创新教学模式，深化科教融汇，可以促进学生发展核心素养，提升面向未来的高科技人才的质量。在南京理工大学建校70年之际，全体南理工人始终铭记“强大国防、繁荣祖国”的铮铮誓言，为党育英才、为国铸利器，一定会在服务国家战略需求、实现高水平科技自立自强贡献自己的力量。

参考文献

[[1] 钟秉林,方芳.一流本科教育是“双一流”建设的重要内涵[J].中国大学教学，2016,(4): 4-8.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=JXCY201604002&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

[[2] 王新凤,钟秉林.我国高校实施“强基计划”的缘由、目标与路径[J].高等教育研究，2020,(6):34-40.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=HIGH202006005&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

[[3] 龙春阳.课程群建设:高校课程教学改革的路径选择[J].现代教育科学，2010,(3):139-141.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=JLJK201003042&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

[4]侯肖, 胡久. 华在常规课堂教学中实施项目式学习-以化学教学为例[J]. 教育学报, 2016,12(4): 39-44.

[[5] 罗洪刚,王建波,刘玉孝.“课程群”组织体系:对物理学基础课程教学体系的思考[J].物理与工程，2019,(2):35-38.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=GKWL201902005&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

[[6] 万勇,陈沙鸥,孙欣,等.理论物理课程群“点面体”协作下的综合教学改革实践[J].现代教育技术，2013,(12):123-125.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=XJJS201312026&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

[[7] 梅中磊,张黎,崔铁军.电磁超材料研究进展[J].科技导报，2016,(18):27-39.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=KJDB201618010&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

[[8] 王振林.表面等离激元研究新进展[J].物理学进展，2009,(3):287-324.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=WLXJ200903004&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

[[9] 游检卫,崔铁军.电磁超材料在量子体系下的应用与进展[J].现代应用物理，2021,(4):3-21.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=YYWL202104001&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

[[10] 汪建丰,沈月娣,孙和平.本科专业理论课程实施项目式教学的理论与实践[J].现代教育科学.2012,(11):52-56.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=JLJK201211014&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

[[11] 罗洪刚,王建波,刘玉孝,等.“教研室”管理体系:物理学“课程群”管理[J].物理与工程，2020,(2):69-74.](http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=GKWL202002015&dbname=CJFDTotal" \t "https://gdlk.cbpt.cnki.net/EditorGN/_blank)

**Exploration of Project Teaching Method in Main Theory Course Group for applied Physics Major Students**

CUI Wei-na, LI-Hongxia, LIU-Yuzhen, SUN-Min, LIU-Sumei

（Nanjing University of Science and Technology，Department of Applied Physics，Nanjing, 210094, China）

**Abstract：**Establishing a course group and conducting project-based teaching are effective ways for science and engineering colleges to improve the quality of theoretical course teaching and cultivate innovative talents. Exploring the necessity of establishing a main theoretical course group and the feasibility of project-based teaching based on the content and subject characteristics of applied physics courses.Propose an implementation strategy for project-based teaching in the main theoretical course group based on the characteristics of the Applied Physics major at Nanjing University of Technology.

**Key words：**course group; project teaching; innovative talents; teaching mode reform