

“3+3”新高考制度大中学物理教学衔接的研究与实践

王晓鸥 张伶俐 袁承勋 黄喜强 刘志国 曹永印

(哈尔滨工业大学物理学院, 哈尔滨 150001)

摘 要 本文针对“3+3”新高考制度下,大学物理与中学物理的衔接问题给出了解决方案。新高考制度下,大学与中学物理教学需要在知识体系和教学内容上有效衔接,同时,需要解决中学的应试教育向大学的科学思维过渡的问题,并提高学生在无监管下学习的主观能动性。哈尔滨工业大学物理学院大学物理教研室从课程体系、教学内容、教学方法、教学模式、选课机制、考试方式等方面进行了深入研究,给出了解决方案,并在教学过程中实施,取得了良好的教学效果。

关键词 大学物理;中学物理;大中衔接

RESEARCH AND PRACTICE OF THE CONNECTIONS BETWEEN PHYSICS TEACHING IN COLLEGES AND MIDDLE SCHOOLS UNDER “3+3” NEW COLLEGE ENTRANCE EXAMINATION SYSTEM

WANG Xiaou ZHANG Lingli YUAN Chengxun HUANG Xiqiang LIU Zhiguo CAO Yongyin

(College of Physics, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang 150001)

Abstract This article provides a solution to the connection between college physics and middle school physics under the “3+3” new college entrance examination system. Under the new college entrance examination system, physics teaching in universities and middle schools needs to be effectively connected in terms of knowledge system and teaching content. At the same time, the problem of transition from examination-oriented education in middle schools to scientific thinking in universities needs to be solved, and students' subjective initiative in learning without supervision needs to be improved. The University Physics Teaching and Research Department of the School of Physics of HIT has conducted in-depth research in the aspects of curriculum system, teaching content, teaching methods, teaching mode, course selection mechanism, and examination methods, and provided solutions. The solution has been implemented in teaching process and achieved good teaching results.

Key words University Physics; Secondary School Physics; Connecting between physics teaching in colleges and middle schools

自2017年夏天,全国各高校就迎来了第一批“3+3”新高考改革试点的高中毕业生^[1](浙江和上海两地考生),到2021年全国已有25个省市高

中毕业生参加“3+3”新高考模式,大学物理课堂上迎来一些高中没有选学物理的学生。除“3+3”新高考制度下的考生外,还有考生在高中的模块

收稿日期:2022-09-06

基金项目:哈尔滨工业大学第六批教学发展基金项目(项目编号:210226)资助;教育部高等学校大学物理课程教指委项目(No:DJZW202001db, No:WX202101);黑龙江省高等教育科学“十三五”规划课题(GBB1318030)。

作者简介:王晓鸥,女,教授,博导,主要从事大学物理的教学工作和尘埃等离子体的研究工作,wxo@hit.edu.cn。

引文格式:王晓鸥,张伶俐,袁承勋,等.“3+3”新高考制度大中学物理教学衔接的研究与实践[J].物理与工程,2023,33(1):162-166.

Cite this article: WANG X O, ZHANG L L, YUAN C X, et al. Research and practice of the connections between physics teaching in colleges and middle schools under “3+3” new college entrance examination system[J]. Physics and Engineering, 2023, 33(1): 162-166. (in Chinese)

化教学问题^[2],如高考物理考试大纲把考试内容分为必考内容和选考内容两类,必考内容有5个模块;选考内容有2个模块,包括:“热学(分子动理论与统计观点固体、液体与气体,热力学定律与能量守恒)”和“振动波动、光学和相对论(机械振动与机械波、电磁振荡与电磁波、光、相对论)”。除必考模块外,考生还必须从2个选考模块中选择1个模块作为考试内容。这就使得大多数高中毕业生物理知识严重碎片化、知识体系不够完整,这与现行的《理工科类大学物理课程教学基本要求》不能衔接。为此,各高校的大学物理课程都采取了相应的应对策略^[3-6],以实现大学物理课程与高中物理课程的有效衔接。

1 大学与中学物理教学衔接总体设计

新高考制度下,大学与中学物理教学需要在知识体系和教学内容上有效衔接,同时,需要解决中学的应试教育向大学的科学思维过渡的问题,并提高学生在无监管下学习的主观能动性。哈尔滨工业大学物理学院大学物理教研室从2018年秋季学期开始,每年对新入学的学生进行问卷调查,调查结果表明,考入哈工大的学生只有0.16%的学生高考没考物理学科;但绝大多数是学生都从高考的两个选考模块中选择了其中的一个模块。基于这种情况,结合哈工大各专业集群的培养目标,大学物理教研室从课程体系、教学内容、教学方法、选课机制、考试方式等方面进行了全面改革,总体设计思路如图1所示,并在教学中全面实施这些改革方案。

2 大学与中学物理教学衔接的教学实践

2.1 课程体系的衔接

针对“3+3”新高考模式、以及中学的模块化教学和物理知识严重碎片化问题和报考专业集群的不同,按照“双一流”建设和“新工科”建设人才培养工作的新要求,结合哈工大各专业集群的培

养目标,我们于2018年秋季学期开始,对新生进行问卷调查,依据调查结果,将“大学物理”课程设置为四个系列和一个先修课程^[7],即“大学物理A”:面向英才学院、数学学院等对物理学要求偏高的专业,其培养目标是杰出科学家、学术带头人;“大学物理B”:面向工科各试验班,如智能装备、建筑学院、航天与自动化、计算机与电子通讯等专业集群,其培养目标是具有创新意识和初步的科学研究与技术开发能力、具有开阔的国际视野和国际竞争力的高素质创新型人才;“大学物理C”:面向对物理学要求偏低的专业,其培养目标是具有科学、工程和人文三方面的综合素质的高层次创新型工程技术和管理人才;“文科物理”:面向文科试验班专业集群,主要提升文科学生的科学素养,培养文科学生的物理学思维方式、研究方法;“大学物理基础”(预科):面向高考未考物理的学生、以及物理基础薄弱的学生,是大学物理的先修课程。如图2所示,“大学物理”课程新体系实现了大学物理与中学物理课程的有效衔接,为培养对学生主动获取知识能力、实践与动手能力、创新创业能力提供了良好的课程体系。

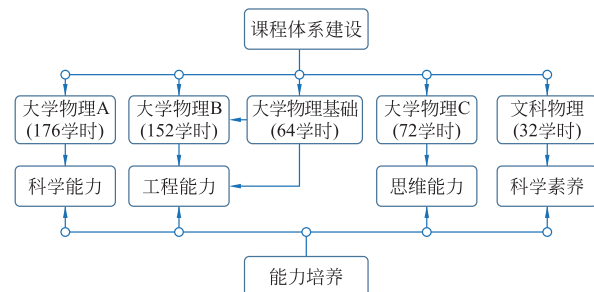


图2 课程体系建设及能力培养

2.2 教学内容的衔接与优化

针对大学与中学物理教学内容的有效衔接问题和不同层次的需求,避免大学物理教学内容与中学物理教学内容的重复,我们研究了中学物理教材、大纲以及高考的考纲,结合大学物理课程的定位和培养目标,对大学物理教学内容进行了优化。对中学重点讲解的内容,如牛顿运动三定律、

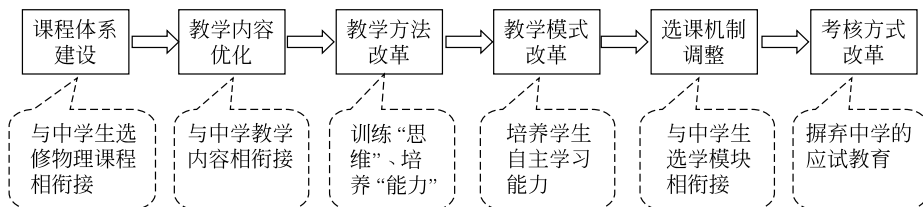


图1 新高考制度大中物理衔接教学实践总体思路

机械能守恒等内容做了删减,而对近代物理内容,尤其是量子力学内容做了适当的增加,如表 1 所示。教学内容的优化也得到了学生的认可,如图 3 所示的问卷调查。

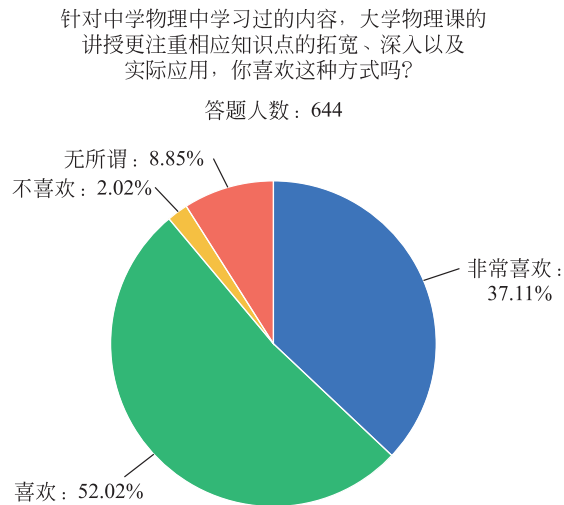


图 3 学生对课程内容调整的问卷

教学内容的衔接,不只是避免内容的重复,更重要的是引导自主学习,鼓励个性发展,提高学生的学习和综合素质。

2.3 教学方法改革

针对中学生的应试教育及“保姆式”的教学方法、学生只重视如何解题、不会思考等问题,提出了以“物理过程、物理问题引导”的教学方法,即利用物理现象引入物理问题来引起学生的兴趣,引

发他们的思考以及对接下来教学内容的期待,训练“思维”、培养“能力”,以改变学生的应试思维。我们通过演示实验、视频等手段展示物理过程(或引入物理问题),集中学生的注意力,然后针对物理现象讲解物理理论,之后紧密结合理论再次展示现象、展示实验变化加深对理论的理解,最后理论联系实际,介绍物理知识的应用。在选择物理现象时,尽量选择那些接近生活,并能让学生感到出乎意料例子,效果会更好。

如在讲解“反射和折射起偏”部分内容时,先让学生从反光比较强烈的地方来看黑板上的字迹,他们会反映看不清。这时,教师递给学生一片偏振片,调整好角度。当透过偏振片能看清黑板上字迹的时候,他们都发出了惊叹,学生的注意力一下子就被吸引过来,好奇心也被调动起来,对后面的讲解也更加感兴趣了。然后针对这一现象讲解布儒斯特定律,结合布儒斯特定律再次演示反射起偏现象。然后,与学生一起判断入射面的方向。由于反射光中垂直于入射面的振动分量比较多,可以转动偏振片的方向,让这个分量消光,反射光的强度就会大幅度降低,黑板上相应位置就会看清楚,加深学生对理论的理解。最后,理论联系实际以达到“学以致用”的目的:晚上汽车在没有路灯的路上行驶时要打开远光灯,但是,路对面来车的司机会感到炫目,容易引发交通事故。解决的办法就是在汽车的照明灯和风挡玻璃前面加装一个和地面成 45° 角的偏振片,当对向来车时,

表 1 教学内容优化

	删减内容	增加内容	变更说明
力学	1. 牛顿运动三定律; 2. 机械能守恒等; 3. 三种宇宙速度; 4. 完全弹性碰撞、完全非弹性碰撞。	1. 弹弓效应的研究; 2. 非惯性系; 3. 转动参考系中运动物体受到的惯性力。	1. 质点运动学和质点动力学是学生在中学学习得比较详细的部分,所以这部分只讲与中学不同的内容,如变力做功等; 2. 重点介绍刚体的定轴转动规律。
电磁学	1. 点电荷模型、电荷守恒定律; 2. 库仑定律; 3. 电场线、磁场线 4. 带电粒子在磁场中的运动。		1. 删减的内容与中学内容重复率高,学生比较熟悉; 2. 我们把这部分改为学生自学内容,这样保证了理论的连贯性。
量子力学		1. 受激辐射理论; 2. 激光器及其应用; 3. 晶体中电子能带理论; 4. 半导体 PN 结及其性能。	1. 教学内容现代化; 2. 适应新工科需求。

两车的透振方向垂直,灯光互不影响^[8]。

这种引导学生如何思考问题、解决问题的教学方法更容易激发学生学习的主动性,从而实现了从中学的应试思维到大学的科学思维的转变。

2.4 教学模式改革

针对中学生在教师和家长的监管下学习、以及传统课堂教学模式下学生学习主观能动性差等问题,我们实施了实景体验互动式大学物理“圆桌教学”全新模式(也称为“工作室物理”^[9])。让学生自己动手做演示实验,主动探索物理规律,实现了“以教为主”向“以学为主”的教学理念的转变,培养学生自主学习的能力。从而实现了从中学的被动学习到大学的主动学习的转变。

如图4所示,在这种学习环境中,学生可亲自参与到教学中,学生成为教学的主体。教师引领学生分析实验现象、总结实验规律。在组织课堂教学时,我们先让学生做演示实验,观看实验现象,然后讨论、分析实验现象的原因,引导学生掌握物理学的基本概念、基本原理。对于那些深奥的物理规律,在学生做完演示实验后,由老师结合演示实验现象作系统讲解。这种教学模式受到学生极大喜爱。课堂气氛发生了巨大变化,课堂中学生和老师均可站立走动、相互讨论,出现了学生和教师“乐在其中”的课堂气氛。如图5所示。

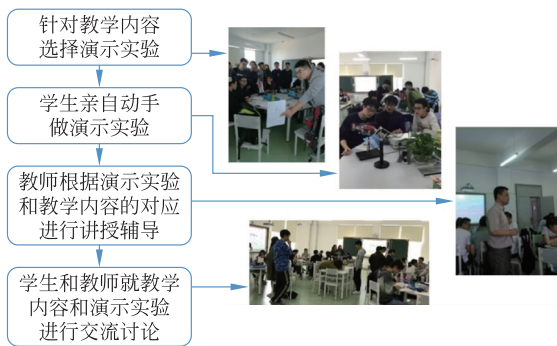


图4 实景体验互动式教学模式

2.5 选课机制调整

针对中学选学模块化问题,我们在选课机制上做了改革。学生自主选择教师上课的教学管理制度,也就是俗称的教师挂牌上课制度。这种教学管理制度不是由教学主管部门安排哪位教师为哪一个班级上课,而是教师向学生展示自己的教学理念、能力和水平,由学生自己选择决定上哪位教师的课。这种选课机制是对传统教学模式的冲击,同时也使学生的主体地位得到提升。

根据问卷调查,考入哈工大的学生有86.1%

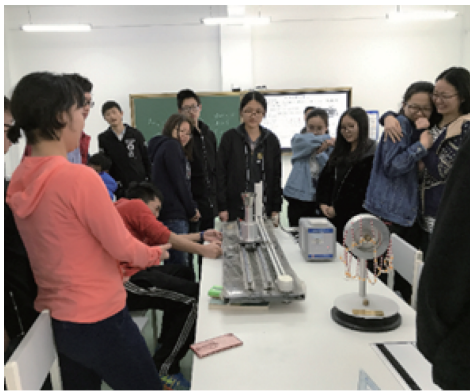


图5 “乐在其中”的课堂气氛

在中学物理学习中采用的是分模块教学机制。即在高中,“力学”“电磁学”部分为必修内容,“热学”“振动波动和光学”为选修内容,即二选一,或选考“热学”模块,或选考“振动波动和光学”模块。这就导致一部分学生“光学”部分内容缺失,另一部分学生“热学”部分内容缺失,这就给上课的教师出了难题。之前讲到这些内容时,教师面临的情况是总有一部分学生跟不上进度,因为他们在中学时未选修这部分内容,没有相应的概念和基础知识,所以学生学起来有些吃力,教师也很难协调。通常采取的办法是让缺失这些内容的学生自学,这又给学生增加了新的压力。为改变这一现状,我们研究了大、中学物理课程的衔接问题。从2019年秋季学期开始试行按课程内容选择上课教师的选课机制,即把上课教师按上课时间分为两部分,一部分教师的“光学”部分学时稍微多一点,相应的“热学”学时相对少一点,在讲解“光学”部分内容时放慢速度、放慢进度,便于学生跟得上、能够消理解;而另一部分教师的“热学”部分学时稍微多一点,相应的“光学”学时相对少一点,在讲解“热学”部分内容时放慢速度、放慢进度。实现大、中学物理课程的衔接。表2为2020年秋季学期上课教师的安排。我们把这个表放到学生选课系统,供学生在选课时参考。从而实现了中学的模块教学与大学物理课程的衔接。

2.6 考试方式改革

本着“以考核促学习”的教学目的,开展考核方式改革,增加了研究型大作业和设计与应用试题,引导、启发学生的创新思维。学生最终成绩由两部分组成:“平时成绩+笔试成绩”。平时成绩占30%,包括平时作业、随堂测试、研究型大作业;笔试成绩占70%,包括期中考试、期末考试。考核内容以知识性考核为主,增加专题讨论、实例分

表2 建议学生根据高考选学内容选择上课老师

	周三 1-2 节;周五 3-4 节	周三 3-4 节;周五 1-2 节	周二 1-2 节;周四 3-4 节	周二 3-4 节;周四 1-2 节
高考选 3-3(热学)的学生建议选则的教师	教师甲、教师乙	教师甲、教师乙	教师戊、教师己	教师戊、教师己
高考选 3-4(振动波动、光学)的学生建议选则的教师	教师丙、教师丁	教师丙、教师丁	教师庚、教师辛	教师庚、教师辛

析、实验设计等环节,考查学生的科学探索和创新的能力。首先,增加了研究型大作业,通过对具体问题的研究,如“结合课上所学内容,谈谈压缩式电冰箱的工作原理及如何实现冰箱节能”,引导、启发学生的创新思维;在试卷中增加了考核能力的“设计与应用”试题,如“请利用所学光学知识,设计一个测量某种透明液体折射率的实验方案。要求画出原理图,给出相应的理论解释,简述实验步骤”,从“知识掌握”“能力培养”“逻辑思维训练”等多角度全过程考核学生的学习情况。其次,建立不同大类课程试题出题小组,对试题考核的知识和能力要点进行研究,给出出题的策略说明。第三,规范试题出题,要求期末考试题的分布与课程大纲关于考核的要求一致,形成闭环。并且要求近三年试题的重复率要低于 10%、客观题量少于 30 分,避免出现原题。形成了“知识掌握程度考核+应用实践能力考核+创新研究能力考核”的全新考核模式。

3 结语

教学实践表明,哈工大物理学院大学物理教研室针对“3+3”新高考制度下,大学物理与中学物理的衔接问题所采取的解决方案是有效的。尤其是基于物理过程(或物理问题)的教学方法是比较适合当下“大学物理”课程的教学环境,它不仅适用于高考不选考物理进校的学生,也适用于高考选考物理进校的学生,这种教学方法既锻炼了学生的物理思维,有培养了学生的创新创造能力。

实景体验互动式大学物理“圆桌教学”全新模式不仅让学习变得更轻松了,还提升了学生学习的主动性,实现了学生从被动接受到主动研究的“研究型”教学模式,从而培养了学生探索、研究科学知识的能力。对教学内容的适当增减,避免了大、中学物理教学内容的重复,同时也对教学内容进行了优化,有助于培养学生的独立思考、逻辑思维、以及理论联系实际能力。考试方式的改革融合了理论和实践,注重学生能力和素质的考核,考核内容鼓励和引导学生创新型思维。

参 考 文 献

- [1] 朱邦芬. 为什么浙江省高考学生选考物理人数大幅下降值得担忧[J]. 物理,2017,46(11):761-762.
- [2] 普通高中物理课程标准(实验)[M]. 北京:人民教育出版社,2003.
- [3] 刘娜,胡继超,宓奇. 基于大中衔接的高中物理选修课程设计. 物理与工程,2016,16,6,78-83.
- [4] 孙光辉,龙云泽. 关于大学物理与中学物理衔接问题的教学研究探讨[C]. 物理与工程,2018,59-62.
- [5] 李杨,张国恒,彭毛措. 新形势下民主地区大学与张雪物理衔接研究[J]. 物理与工程,2020,30(3):69-73.
- [6] 韩星星,竹有章. 应用型本科学物理与中学物理有效衔接研究[J]. 物理通报,2021(7):31-33.
- [7] 王晓鸥,张伶俐,袁承勋,等. 新工科背景下的大学物理课程建设与实践[J]. 大学物理,2021,40(4):45-49.
- [8] 刘志国,黄喜强,张伶俐,等. 关于“光的偏振”教学的一些尝试[J]. 物理与工程,2020,30(3):84-88.
- [9] 王晓鸥,刘志国,郑仰东,等. “工作室物理”教学模式在大学物理课程中的应用[J]. 物理通报,2016,9:25-28.