大学物理教学

浅谈双一流建设背景下大学物理课程教育教学的改革*

——参加马文蔚《物理学》第七版修订研讨会有感

樊济宇　马海霞

（南京航空航天大学物理学院　江苏 南京　210016）

（收稿日期：2022－02－23）

摘　要：新时代我国高等教育发展的重大工程是建设“世界一流大学和一流学科”（简称“双一流”）. 如何更加充分地展现大学物理教学对全国高校双一流建设的作用，进一步地深化大学物理教育教学的改革工作是十分必要的和紧迫的. 为此我们提出可从 6 个方面进行探索，包括教学理念转变，教学模式和信息化网络化的结合，新教学方法的运用，考试制度的革新，以及教学团队建设. 从而使得作为基础课程之一的大学物理在整个人才培养体系中发挥更重要的作用.

关键词：大学物理　双一流　教学改革

2015 年 10 月国务院印发《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》，明确了“双一流”建设的建设思路、建设任务和总体要求[1]. “双一流”建设是党中央、国务院作出的具有重大战略性的决策，是目前中国高等教育领域层次最高的国家战略. “双一流”建设为我国高等教育全面改革指明了方向. 建设“双一流”是中国高等教育领域继“211 工程”“985 工程”之后的又一国家战略. 大学物理课程是综合性大学和理工科院校展开通识教育的基础课程. 大学物理作为理工科人才培养的核心课程，已经进入一个全新的发展阶段，丰富的内涵，涉及多个领域和层面，因此大学物理课程在教学内容和教学方法上必须与时俱进，深入开展课程创新设计与教学方法改革. 应东南大学周雨青教授的邀请，前不久我们参加了在无锡举行的马文蔚《物理学》系列教材第七版修订研讨会. 这次研讨会的参会代表来自全国各地，最远的是西藏大学，绝大多数代表们的学校都是使用这本教材，但是也有一部分高校包括复旦大学、华南师范大学、山东大学、南京航空航天大学等，虽然没有使用这本教材，但都派出负责大学物理教学工作的教师来参加这次研讨会. 讨论会分上下午进行，上午是专家报告，下午是集体讨论. 通过这次参会以及和代表们的交流，我们深刻体会到马老师的教材在全国高校使用的普及性和影响力，以及学生对这部教材的认可度；同时更为重要的是通过听取各位代表的发言，对大学物理教学的理解，对目前教学中的困境和新形势下如何把大学物理教学改革深入发展，都深有感触，大学物理教学即将进入一个全新的转型期[2].

教学，特别是对大学生的教学，除了把专业基础知识传授给学生外，另外一个更为重要的目的就是通过教学过程的训练使学生掌握科学的思维方法，培养他们独立分析和独立处理问题的能力. 目前自上而下，几乎全国所有高校都投入到双一流建设，其宗旨就是培养出适应新时代要求的创新型研究型人才. 在这一点上，大学物理作为一门理工专业的基础课程，同时课程本身具有高度逻辑性和科学严密性，对培养大学生这方面能力就显得尤为重要. 然而随着时代的进步和科技手段的发展，如何在新形势下更好地提高教学效果，大学物理教学如何改进，怎么

* 江苏高校品牌专业建设工程支助.

作者简介：樊济宇（1971－　），男，博士，教授，研究方向包括大学物理教学论、大中物理教学衔接研究等.

样能够更好地发挥其作用，就成为我们需要深入思考的问题. 目前，处于我国科学、人才和创新交汇点的“双一流”建设高校，不仅在基础科学研究方面具有其他高校和机构所不具备的条件和能力，也有巨大的发展潜力.

1　学情分析

如果说高校是我国基础科学研究的生力军，那么，“双一流”建设高校便是主力军. 依托研究型高校开展基础科学研究，是发达国家的通行做法，也是成功经验. 建设世界一流大学和一流学科是建设高等教育强国和实现人力资源强国战略的必然选择和重要举措. 把握好“双一流”建设的历史机遇、建设和发展大学物理课程的思想前提之一就是正视大学物理课程的基础性地位和客观不足.

1.1　大学物理教学的基础性地位

物理学是研究物质的基本结构、相互作用、最常见的运动形式和相互转化规律的学科. 物理学的基础理论渗透到自然科学的各个领域，应用于生产技术的各个部门，是自然科学和工程技术的基础. 大学物理课程以经典物理、近代物理和物理学在科学技术中的初步应用为内容，是理工科院校学生的一门重要必修基础课，在人才培养方案中处于核心地位. 这些物理基础知识是科学素质的重要组成部分，也是科学工作者和工程技术人员必须具备的素质. 在高等院校中开设大学物理课的目的，一方面为使学生较系统地掌握物质运动的基本规律，为学习专业课及今后工作打好必要的物理基础；另一方面通过本课程的学习，可培养学生科学思维能力和掌握科学方法，培养适应现代社会发展、满足国家建设需要、富有创新精神与合作意识的高级精英人才等，都具有其他课程不能替代的重要作用[3].

1.2　大学物理教学过程中呈现的问题

(1) 课程定位导向不明确

基础课相当于运动员的体能训练，在整个人才培养框架中起基础性的服务作用. 大学物理课程的定位是为培养非物理类专业研究型人才打好物理基础，目标是加强基础、培养能力、提高素质、突出创新. 新世纪高新技术的大量涌现，多学科的交叉、转移和渗透，要求研究型人才不仅能理解和应用高新技术，而且更重要的是能发展和创造高新技术. 物理学原理是技术的源泉，是多学科交叉、转移和渗透的支撑点. 因此，在研究型人才的培养中，物理课担负着重要的任务. 基于各种原因，该门课程存在学校定位不清、重视不足、发展不够的现实课题. 具体表现为，有些高等院校在课程设置时的学时删减、课程开设时的内容较少等.

(2) 教师个人的素质

作为一名高校老师要以初学者的心态去了解和理解学生的困惑、迷茫和错误，培养和保护学生们的兴趣，帮助学生建立成功的信心. 要做到这些，教师自己就要对自身的素质提出新的、更高的要求. 教师不仅应该有较高的学术水平，还要具有创新的意识和研究经验，教学与科研并举. 基础课教学是一项任务，更是一项事业. 教师在任课期间，必须全身心地投入到教学中. 此外，教学的管理者在领导教学工作的同时，要尊重和保护教师的能动性和个性，给他们充分的教学改革的空间.

(3) 学生主体

学生刚开始学习时积极性较高，课堂反应较好，但随着课程的推进，积极性逐渐下降. 以大学物理上册为例，在前三章的学习中，学生在课堂上往往能跟上教师的节奏，但到了第四章刚体部分，很多学生听课时显得比较茫然，出现较强的厌学情绪；学习电磁场部分，大部分学生出现听不懂、不会做作业的情况. 学生在整个学期的学习过程中往往只注重对单个知识点的学习，不注意理解知识之间的联系与区别，不清楚各章节之间的关系，对整本书的知识框架缺乏明确的认识. 学生在课堂回答问题及课下做作业时，往往利用高中的公式去解决，没有将高数方法灵活用于解决物理问题，即使有部分学生知道应该用微积分去解决，但在求解过程中出现许多细节错误，还有部分学生将新旧方法混用.

1.3　问题原因的分析

(1) 大学物理在难度上高于中学物理，难度的加深挫伤了学生的积极性

大学物理研究的是自然界物质的结构、性质、相互作用及其运动的基本规律. 这里的运动是指最一般的运动，并不是高中时涉及的最特殊的运动，这意味着大学物理在内容上会对高中物理进行扩展，而不是对高中知识的重复；也意味着大学物理在定量分析问题时需要用到矢量及微积分，而高中物理往

往不强调矢量，在高数中讲矢量也缺乏相应的物理背景，所以学生对矢量运算掌握得不好. 另外，虽然在高数中微积分是十分重要的内容，但高数求解微积分的题目往往已知被积函数表达式，而大学物理题目大都需要学生根据已知条件写出被积函数，并确定积分上下限，再进行定积分运算，这不能机械地照搬公式，而是一项含有自主创造性的工作，显然这样的工作学生处理起来相当困难. 学生因没有灵活地掌握微积分导致他们在听课及做作业时出现困难，进而挫伤他们的学习积极性.

(2) 高校给予大学物理的学时越来越少

大学物理需要讲解基本的概念、定理、定律，并由于考试的需要，必须涉及对具体题目的讲解，这需要花费许多课时，应用时间更是非常有限，学生脱离了应用听课就会感觉比较枯燥，进而对大学物理缺少兴趣；如果脱离了基本概念、定理、定律，仅讲应用，就是无源之水、无本之木，学生同样无法真正理解这些应用. 学时的限制让高校教师在讲解大学物理时心有余而力不足，学生也获益较少.

(3) 学生在高中的物理基础为大学物理做好了铺垫，但也成了大学物理的绊脚石

学生对一些知识存在认识误区，比如，认为适合所有的直线运动，认为能用于求解所有情况下力做功. 学生在高中做了大量题目，对一些公式已经熟记于心，由于他们所做的都是适用这些公式的题目，很少接触不适用的情况，就会以为公式能解决所有的问题. 另外，学生在高中为了应对高考，往往把学习重心放在识记公式上，而不是理解知识、发现知识间的联系、建立知识框架. 这样的学习模式导致学生在学习大学物理时不注重各章节间的联系，不理解物理研究问题的思路方法，从而导致他们觉得大学物理内容“新、多、难”.

(4) 学生的主观原因也是导致上述问题的重要因素

独立院校的学生往往对学习的主动性不强，学习兴趣较低，特别是当所学课程有一定难度时他们往往产生退缩情绪，出现玩手机、睡觉、抄作业等现象.

2　大学物理课程教学改革机遇与措施

2.1　教学理念的更新

根据大学的特点，本科教学阶段学生学习的方式通常有 3 种：

(1) 教师对学生的教育；

(2) 学生独自在课外学习；

(3) 同学间互助学习.

当前第一种方式在大学物理常规教学中占主导地位. 这种“一言堂”的教学导致的结果是学生对大学物理学习毫无主动性和自觉性，完全是一种被动地参与教学过程. 绝大多数高校目前大学物理教学都是实行的大班授课，一个教室基本是百名学生左右或更多，我们期待的结果是教师认真讲，学生专心听，课后开展热烈的讨论，达到理想的教学效果. 然而事实却相反，在这种教学观点和教学理念下，学生是不可能有很好的投入度，加之互联网的普及和诱惑，学生课堂上玩手机，看微信，QQ 聊天等不在少数. 任何人都阻挡不了时代的进步，只能顺应其发展，探索与之相适宜的方法. 因此，作为大学物理教师，除了加强自身的学识能力，丰富教学内容外，必须更新自己的教学理念，由单一的“我教你听”的教学理念转变为如何引导学生自主学习为主的教学上来，帮助他们逐渐消除中学阶段养成的“传授式教学”习惯，取而代之的是培养学生“独立自主的学习”方式.

2.2　教学模式的更新

如何有效地激发学生学习大学物理的主动性，培养学生自主学习的习惯和能力，教学模式的改变是重要一环. 仅靠一本教材，一个 PPT，一个习题册，是不可能实现这一目的的[4]. 目前以 MOOC、雨课堂等为代表的教学模式改革，探索出的混合式教学，包括翻转课堂教学模式都是一个很好的实践. 这些不同于我们传统教学模式的新型教学手段，从本质上看主要是集中到两点变化.

(1) 以问题为导向，激发学生的求知欲，引导学生自主学习. 众所周知，启发式教学是激发学生学习热情和挖掘学习能力的重要手段，这些新的教学模式，都是通过课前布置一定任务，提出一些由易到难的相关问题，利用视频的观看以及学习资料的查阅，引导学生自主学习，独立探索，解决问题. 这种教学模式可以有效地触发学生在潜意识中学习的成就感，使得学生愿意由被动式听教师讲变换为自己去学.

(2) 真正实现了教学过程中有效的教学互动环

节.在掌握和理解知识过程中最重要的一环就是对所学知识的内化过程,在传统的教学模式下,由于个体之间认知能力和理解能力的差异,相当一部分学生在课后内化过程中当遇到挫折和困难时,却得不到及时的帮助和指导,久而久之,就会丧失学习的动机和成就感,产生厌学情绪.

目前这种新型教学模式,通过信息化的网络平台,教和学的过程融为一体,师生之间的互动不受时间和空间的限制,学生遇到问题,随时能够得到解决;教师课前也能够提前掌握学生的情况,在课堂上给予针对性的指导.此外学生之间的相互交流也会促进知识的吸收内化过程.所以新的教学模式将是未来大学物理教学改革的必然方向.

2.3　教学方法的更新

当前以及不久的将来,一种“新形态”教材将会取代目前单一的纸质教材.虽然学术界对这种新型教材还没有一个十分确切的定义,但是基本思想是指有形的纸质教材与无形的信息化网络平台相结合的一种知识传播载体.显然,在这种新型教材面前,作为大学物理的授课教师,就必须采用新的教学手段、新的教学方法,顺应教材的变化,采用合适的形式处理每个知识点.除了继续保持传统的课堂板书辅助多媒体教学手段外,在课堂教学中就必须设计出合理的启发式问题,引导学生利用网络平台的支持,获取答案从而使学生对教学的内容加深理解和掌握.在这种新型教材中,大多数演示实验和不便在教材中详述的知识点都可以通过扫描对应的二维码,利用手机平板电脑及时观看和查阅,信息量知识点明显比传统教材增加了很多,但是由于目前许多高校在新版专业培养方案实施后,大学物理的课时基本都进行了压缩,所以在知识量增加课时反而减少的情况下,如何处理好知识的重难点,如何将大量的视频资料和课堂讲解有机结合,这对教师在教学方法上提出了更高的要求.同时结合新型的教学模式运用,在课堂教学中必然会增加很多专题讨论环节,如何调动全体学生参与,避免出现大多数被动参与和形式化参与,这些都需要教师根据学生的实际情况,采用合适的教学方法和教学手段,加以引导,真正实现教学相长的过程.

2.4　教学内容的更新

物理学的内容通常有两种分类方式.第一种是按基础性质和发展过程分类,可分为牛顿力学、热力学和统计物理、电磁学、相对论和量子力学.另一种是按物质的层次和状态划分,可分为粒子物理、原子核物理、原子分子物理、凝聚态物理等.考虑到基础课的性质,我校大学物理课程的内容体系基本上是按第一种方式分类的,这通常称为传统体系.北京大学和中国科学技术大学等院校的非物理专业的基础物理课程也都采用这一内容体系.适用性广、对高新技术的发展起重要作用的基本原理和基本内容上,并适当顾及广度.这类似于盖房子采用“桩基础”.合理配置教学内容的深度和广度,让学生“既见树木,又见森林”.我们的主要改革措施,一是加强近代物理基础,压缩和优化力学、电磁学和光学,加强量子物理和统计物理,增设近代物理和高新技术物理基础两门新课.二是经典物理教学内容现代化,以现代的观点重组经典物理的内容体系,联系物理学的最新进展和高新技术.三是对物理学的前沿内容进行“普物化”.

2.5　考试制度的更新

目前大班教学以大学物理核心知识点为考试重点,成绩由平时作业与期中、期末考试分数相结合组成,其中期末考试一般占到 70% 之多.实际教学中我们发现,大多数期末考试不及格的学生,期中和平时也都不行.这就表明这部分学生的问题不是一天两天出现的,是长期积累下来,越积越多.如果我们能够及时发现他们的问题,就可以帮助他们及时纠正,及时弥补.同时如果能够让他们平时就感觉到自身学习的危机感和紧迫感,学习的主动性定会有所改变和加强.所以要改变目前一卷定分数的考试形式,改为一学期多次考试.考虑到实际操作的难度和考试成本,可以将这种平时的测验通过网络平台上的试题库进行.另外,我们大学物理教学的目的除了让学生打好物理基础,系统理解物理的基本概念和理论外,更重要的是培养他们物理的思维习惯,掌握处理复杂问题的研究方法.考试形式还应包括课外科学小论文的撰写、课程的总结报告、讨论会的演讲等内容.这种多形式的综合计分办法不仅可以更加全面地反映学生掌握大学物理知识的真实水平,同时多次考试可以很好地督促和帮助不能够及时适应大学学习规律的学生,尽快从中学阶段被动灌输式学习变为主动的自主性学习.

2.6　教学团队的合作

显然，在这种新形态教材和新教学模式面前，以及教学互联网平台的涌现，大学物理教学工作的实际工作量不是减少，而是大大增加. 以往只要一本教材、少量的教学参考书，做好 PPT，基本就能完成正常课堂教学工作. 现在除了这些工作，教师还需要花大量的时间在网络上找到合适的资料，设计和选择出与教学紧密相关的视频、动画和讨论思考题，以及线上线下的答疑讨论等教学工作. 而我们知道一个理想的启发式问题的设计往往是需要一个长期的教学沉淀过程，也需要设计者有开阔的视野和丰富的教学经验，但是目前绝大多数高校大学物理教学工作都是以中青年教师为主，他们在这个方面储备显然是不足的. 同时国内绝大多数高校都强调双一流建设，中青年教师除了完成教学工作任务外，在科研工作上更要投入大量的时间和精力，所以单凭个人的力量不可能较好地完成教学准备和课堂教学工作. 只有依靠教学团队的力量，以老带新，分工协作，相互交流，完成课前准备，课堂教学，以及课后辅导等相关工作. 因此加强大学物理教学团队的建设也是新形势下教学改革的一项重要任务.

3　结论

总之，在双一流建设要求下，大学物理教育教学正向信息化、高效化的大趋势发展，每位教师和教辅人员都需要转变教学理念，不断更新知识，不断进取. 同时要改变传统以教师教学为中心的思路，利用信息化的网络平台并结合长期积累的教学经验，培养学生以自主学习为主，师生共同学习的新教学模式，从而为社会培养出科技创新人才.

参 考 文 献

1　国务院. 关于印发统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案的通知：国发(2015)64号[A/OL]. (2015-10-24)[2021-12-01]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/201511/t20151105_217823.html

2　周雨青，缪可可，张海雁. 马文蔚《物理学》：一本影响几代人的大学物理教材[J]. 中国大学教学，2018，5(82)

3　王彩霞，樊济宇. 高校“大思政”格局下大学物理课程的教学改革探究[J]. 高教学刊，2021(22)：146 ～ 149

4　安宁. 为什么传统的课堂教学模式需要改革[J]. 物理与工程，2019，29 (1)

Brief Discussion on the Reform of Education and Teaching of University Physics under the Background of Double First - Class Construction

——Feelings on Attending the Seminar of Revising the *Physics* (the Seventh Edition) Written by Ma Wenwei

Fan Jiyu　Ma Haixia

(College of Physics, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, Jiangsu　210016)

Abstract: The major project of China's higher education development in the new era is to build "world - class universities and first disciplines" (referred to as "double first - class"). It is very necessary and urgent in the way to more fully show the role of university physics teaching on the double first - class construction of national universities, and to further deepen the reform of university physics education and teaching. To this end, we propose to explore from six aspects, including the change of teaching concept, the combination of teaching mode and information network, the application of new teaching methods, the innovation of the examination system, and the teaching team construction. Thus, university physics, as one of the basic courses, plays a more important role in the whole talent training system.

Key words: university physics; double first - class; teaching reform