



北大教育经济研究（电子季刊）  
Economics of Education Research (Beida)  
北京大学教育经济研究所主办  
Institute of Economics of Education, Peking

第 14 卷  
第 1 期  
(总第 50 期)

主编：闵维方；副主编：丁小浩 岳昌君；

编辑：孙冰玉

## 中美高等理科教育课程设置的比较研究

鲍威、黄月、刘乃嘉

**摘要：**课程改革在高校教学适应社会需求，培养高等教育人才方面发挥着重要的作用。本研究在系统分析高等理科教育特征的基础上，基于宏观视角考察中美两国高校理科教育课程设置的发展与变革，从中观层面聚焦传统三大理科之一的物理学科，通过中美两国研究型大学的典型案例，即清华大学和哈佛大学物理学专业课程设置的目标定位、学习内容的规定、课程体系构建的深入比较，透视两国高等理科教育的发展特征与存在问题，寻求未来高等理科教育改革路径提供重要指南。

**关键词：**高等理科教育；课程设置、国际比较

### **A Comparative Study on the Curriculum Provision of Science**

### **Education between China and the USA**

*BAO Wei, HUANG Yue, LIU Naijia*

*(Institute of Economics of Education, Graduate School of Education, Peking University, Beijing, 100871, China)*

**Abstract:** Curriculum reform is of great importance for the talent training of higher education to meet the social development. In this context, this paper addresses a comparative study on the curriculum provisions of science education between Chinese and American research universities. Based on an overview of the characteristics of higher education of science and the development of curriculum provision in China and the USA, this study makes a systematic comparison of the curriculum provisions of Physics major in China and the USA by taking Tsinghua University and Harvard University as typical examples of the two countries' most distinguished research universities. Through the analysis of their training objectives, courses and curriculum systems, this study captures the major characteristics of the two countries' higher education of science and highlights some crucial aspects of China's current science education, which shall be valuable references for China's higher education reform.

**Key words:** *Higher Education of Science; Curriculum; International Comparison;*

随着知识经济时代、全球化和科技革命的深入,课程改革在高校教学适应社会需求,培养高等教育人才方面发挥着重要的作用<sup>[1]</sup>。综观全球,理科教育的推进与改革是发达国家高等教育的共同诉求。从政府部门、专业组织、到高等院校都不遗余力地推进相关学科领域的教育创新。同样,当前我国高等理科教育也处在迅速发展而挑战重重的阶段,新形势下,高等理科人才的培养质量受到各界的高度关注。探讨人才培养模式改进的过程中,作为核心环节的课程设置更是成为高等教育改革的重点议题。

本研究在系统分析高等理科教育特征的基础上,首先从宏观视角,考察中美两国高校理科教育课程设置的发展与变革。其次从中观层面聚焦传统三大理科之一的物理学科,通过中美两国研究型大学的典型案例,即清华和哈佛两校物理专业课程设置的目标定位、学习内容的规定、课程体系构建的深入比较,透视两国高等理科教育的发展特征与存在问题。中美理科课程设置的案例比较,一方面可汲取国外优秀高校理科教育的成功实践经验,另一方面,可从中反思当前我国高等理科教育中存在的问题,为寻求未来改革路径提供重要借鉴。

## 1. 高等理科教育的特征

自然科学的核心使命是认识自然,该过程包括发现自然现象、解释自然现象的规律,并预见新现象及其可能的应用<sup>[2]</sup>。为此,其根本任务在于,对学生科研能力与素质的培养和塑造,帮助学生“掌握本学科扎实的理论基础和技能;形成广博的知识和开阔的视野,具有严谨的思维和科学的抽象能力,以及丰富的想象力和创造精神”<sup>[3]</sup>。

理科教育的内涵外延决定了理科人才培养模式的定位与特点,作为人才培养的核心环节,课程设置反映了学科的特性、知识体系、学术训练架构。

首先从知识结构而言,理科教育具有明显的层次性和逻辑性,课程设置强调知识结构由基础到高深的层次递进。珍妮特·唐纳德(Janet Donald)通过对不同学科的知识结构的研究发现,不同于社会科学的多数概念为抽象概念,自然科学涵盖更多特定、明确而具体的概念。并且,自然科学领域中概念之间的联系形式呈现突出的层次性,学生需要首先理解和掌握基本概念或观点,只有在此前提之下,方能进入更高层次的知识学习<sup>[4]</sup>。为此,理科知识具有线性层次结构,概念之间联系紧密、层层推进,课程设置从基础课程到高阶前沿课程,呈现出清晰的纵向层次。

其次从知识类型来看,理科教育不仅强调理论知识的系统学习,还高度重视实验教学和科研训练。实验教学可谓自然科学的重要基石<sup>[5]</sup>。理论源于重复实验与实践探索,实验先于理论。我国的理科教育往往将实验教学简单视为理论课的依附和补充,实验沦为对理论的验证。这种定位导致学生在实验教学环节中缺乏积极主动探索、独立思考和积极创新的动力。

研究发现,国外高校通常把实验教学、课堂教学、毕业论文或设计视为大学教学的“三鼎足”,实践教学课时通常占总课时的 35%<sup>[vi]</sup>。

此外,理科教育高度重视基础理论与方法的掌握。理科对于理论、规律的依赖决定了其在人才培养中对学生在基础理论和方法掌握方面严格要求。理科学生的培养要求被定为于,掌握本学科的基本知识、基础理论以及运用研究方法和工具的基本技能。<sup>[vii][viii]</sup>因此,理科课程强调基础课的比重,为学生今后继续从事理科科研工作或者进入其他产业应用领域,独立承担并解决实际问题打下坚实基础。

## 2. 中美高校理科教学课程的发展与变革

### 2.1 我国高等理科教育课程体系的历史变革

建国以来,我国高等理科教育课程体系的发展承袭了整个高等教育体系的模式演变,其起端可追溯至 1952 年的高校院系调整。当时,高等教育体制在高度借鉴前苏联模式的基础上,为了在短期内实现培养建设新中国人才的社会经济需求,建构了以“专业性、统一性、计划性、逻辑性”为特征的,计划统一模式的高等院校课程体系<sup>[ix]</sup>。

院系调整合并了文科、理科,并将其与工科相分离,大幅削减综合性大学,开设理科专业 18 种,并将人才培养目标定义为“培养在理论科学或基础科学(自然和社会)方面从事研究或教学工作的专门人才”<sup>[x][xi]</sup>。各高校理科教育依据全国统一规定编排课程,突出业务课程,加强实习与实践比重,缩减选修课。以兰州大学为例,当时理科专业基础课的课时比例从 65% 调升至 80-85%<sup>[xii]</sup>。院系调整后,我国高等理科教育初步实现了对旧有仿英美现代大学建制的课程体系改造,贯彻专才教育目标,课程设置主要围绕专业、学科自身逻辑架构的构筑进行定夺,形成由基础到专业的“金字塔形”课程体系,课程内容体现高度的基础性、系统性特征。

虽然院系调整在短期内培养了大量急需的师资和科研人员,但导致我国高等理科教育人才培养模式出现模式单一、文理割裂,专业与课程设置过于偏狭、缺乏灵活性,过于强调基础课程在课程体系中的地位,不利于对学生个性与能力的激发和综合素质培养等一系列问题,其负面遗产甚至延续至今。

时至上世纪八十年代,大学课程的计划统一型范式面临解体。随着高校自主权的扩大,院校在课程决策方面的权力空间出现扩展。这种范式转换,一方面强化了大学课程的校本性和差异性,推动了课程特色化的形成,另一方面也促进了大学课程与社会经济需求之间的适

切性<sup>[xiii]</sup>。在此期间,部分院校的理科课程设置开始强调“理工结合”,即强调课程的应用性,进而发展出应用理科的相关专业。

九十年代之后,以通识教育的引入为标志,高校课程设置注重学科交叉渗透,拓展边缘、打破专业、系科之间的边界,促进多学科专业的融会贯通,同时注重知识转化和联系实际,克服基础理科与科技前沿和社会发展脱节的问题。以清华大学和南京大学为代表的不少高校理科专业积极开展产学研一体化,促进理工融合、培养复合型人才<sup>[xiv]</sup>。

## 2.2 美国高等理科教育课程设置的变革

科技教育的不断推进与改革一直是美国社会各界共同的强烈诉求。与美国不同的是,美国在针对“高等理科教育”范畴界定方面,并未清晰划分理工科之间的区分,而是将以自然科学和数学学科为主的理科教育与工程、技术学科置于同一范畴内开展探讨,建构具有整体性、融合性的学科集成战略视角。其中尤以美国在科学 (SCIENCE)、技术 (TECHNOLOGY)、工程 (ENGINEERING)、数学 (MATHEMATICS),即 STEM 学科领域所作的探索和努力最为突出。

美国将 STEM 领域的发展与变革视为国家战略发展与保持全球领导地位的重要支撑<sup>[xv][xvi][xvii]</sup>。1986 年发表的《本科的科学、数学与工程教育》(Undergraduate Science, Mathematics and Engineering Education, 又称尼尔报告)成为美国 STEM 学科集成战略的开端和相关领域教育改革的重要指针。《尼尔报告》指出美国高等理工科教学课程中的现存问题:学生从科学课程中得不到了解科学本质、塑造科学性思维的培养与锻炼;过度重视事实性知识的灌输,忽略过程与方法的建构;课程内容的选编故意避开抽象内容等。《尼尔报告》认为 STEM 本科教育中应建构起富有活力的课程,在科学技术推动下加速知识更新与生产,保持知识理论与时俱进<sup>[xviii]</sup>。

1996 年美国国家科学基金会 (NSF) 发表对美国 STEM 教育现状与问题的调查研究报告《塑造未来—对大学科学、数学、工程与技术教育的新展望》(Shaping the Future—New Expectations for Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology)。该报告在肯定了《尼尔报告》之后美国 STEM 教育改革所取得的重要进展,例如注重知识交叉与融合、重视课程内容与时俱进、强调知识与学习者日常经历的结合,提高学生兴趣等,但同时也指出十年改革过程中凸显的问题 (参见表 1)。<sup>[xix]</sup>

表 1 《塑造未来》报告中对 STEM 课程设置改革成效及现存问题

《尼尔报告》后改革取得的成效	现存问题
• 能够迅速详尽地将新知识与较低水平课程相结合	→ 课程内容脱离实际, 学生无法
• 开发交叉学科课程, 鼓励交叉学科学习	得到对实例与应用的相关思
• 通过与学生生活经历紧密结合的实例介绍 STEM 基本概念与知识	考和讨论
• 开设了关注世界性问题的课程或通过课程模型建构	→ 死记硬背内容过多
• 结果导向课程教学向过程导向转变, 方法与知识并重	→ 部分课程内容太浅, 难以让学
• 充分利用计算机等媒介促进学生对 STEM 的探索和兴趣	生获得对科学的基本了解
• 及时为学生提供课程选择和职业规划过与学生生活	→ 教师上课明显缺乏准备

除了上述报告之外, 近年美国相继出台了多项促进 STEM 教育发展的研究报告。2005 年美国国家科学院等机构提交报告《驾驭风暴: 美国动员起来为更加辉煌的未来》(*Rising above the Gathering Storm—Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*), 被视为 21 世纪美国科技教育发展的战略性报告。该报告指出未来需要通过充实奖学金制度, 并从强化院校领导力、目标导向招生、促进教师教学投入、充分关注学生个体学习需求、朋辈扶持、提供科研经历等方面, 完善本科阶段的理工科教育。<sup>[xx]</sup>

### 3. 中美高校物理学科课程设置的案例比较

#### 3.1 比较案例的选择和分析步骤

以上分析可以发现, 借助政策措施的顶层设计, 美国高等理科教育不断推进改革, 形成了专业设置灵活、学科交融、强调知识的现实关联性与应用性等重要特征。然而需要留意的是, 美国高校具有高度办学自主权, 从专业设置到课程设置是院校、系科据其培养目标进行决策与遵循学科内在特征和学习规律共同作用的结果, 不同院校、专业各具特色。为此, 有必要进一步聚焦具体学科, 以便深入剖析中美两国高校理科课程设置的特征。

美国高等理科教育专业设置可区分为单一学科、跨学科和问题中心三类, 分别以学科、职业或学生个人需求为设置标准<sup>[xxi]</sup>。鉴于可比性的考量, 本研究选择哈佛大学与清华大学开设的理科单一学科—物理学专业作为分析案例。哈佛大学自 1636 年至今已经历多次本科课程改革, 反映了该校对时代特征和社会发展趋势的透彻分析和全面把握, 适时调整教育使命和培养目标, 保障该校的高水准教学质量及其在全球的引领地位。清华大学物理系是目前

国内发展最快、最好的物理系之一,拥有国内顶尖的师资力量和高质量的学术声誉。作为中美两国研究型大学的典型代表,两校物理专业课程设置的系统比较,可为我国高等理科教育改革提供有益参考和启发。

本研究具体将依托两校物理专业的本科生培养方案<sup>[xxiii][xxiiii]</sup>,通过文本分析,比较课程目标定位、规定学习内容、课程体系建构等,考察中美物理学科人才培养的取向和实践的异同。

### 3.2.课程目标定位的比较

培养目标是对各学科在高校整体人才培养理念的指导下人才培养方向的具体表述。课程设置的内容是培养目标的实现过程。院校根据课程目标定位,合理安排课程结构、规定学时与学分、以及相应的教学和评价方式,由此保障课程目标的付诸实践。

#### 哈佛大学物理专业的培养目标

哈佛物理专业对人才培养目标的表述为:致力于通过专业(concentration)培养,为学生提供必要的本科物理学基本知识,给予学生充分的实践,通过学习其他理科院系开设的相关课程来发展个人兴趣爱好。物理专业为学生将来进入物理学科继续深造打下知识与理论基础,同时也为学生未来在天文学、生物物理、化学物理、工程和应用物理,乃至地球物理、地质学、以及科学史等其他领域的学习和工作做好准备,此外,培养学生在物理学科的科学思维态度——联系、想象、预测、观察和分析演绎等素质与能力。

#### 清华大学物理专业的培养目标

不同于哈佛对人才培养目标的宽泛表述,清华物理专业培养方案的人才培养目标进行了清晰明确的定位:培养具有扎实的理论基础和较强的科学实验能力的高质量的基础研究型和应用研究型物理人才。本科阶段主要是打基础,强调给学生一个宽厚的物理基础,为学生在毕业后继续进入物理领域深造或凭借良好的物理基础和理科素养进入其他领域学习和工作做好准备。

## 中美比较 1: 培养目标的专业中心 vs. 学生中心

显而易见,两校物理专业目标定位都以建构专业基础为核心,为学生在本专业或其他领域的学习和工作做准备。清华的培养目标更多体现了结构主义的课程观,强调认识事物的内部结构,通过严谨的课程设置和知识传递,重视学生掌握本学科的基本架构、基础理论与知识,反映出高度专业中心的特征。相比之下,哈佛的培养目标体现三大表征:其一是培养目标凸显对学生学科兴趣的激发与发展,以学生为中心;其二是鼓励跨学科学习,淡化专业鸿沟,为学生未来在其他学科领域的发展提供基础和可能性;其三是在知识传递的同时,高度重视学生科学思维习惯的塑造。

### 3.3 专业人才培养规格的比较

人才培养规格是各专业人才培养目标和方向的概况性描述,也是各专业培养人才质量标准和专业学习者应达到的综合素质。人才培养规格为专业的课程设置、教学组织、教学质量的评估提供了重要依据。

#### 哈佛大学物理专业的人才培养规格

哈佛虽然未对人才培养的规格与要求提供具体明确表述,但通过其为学生提供的课程内容,仍可窥其一二。物理专业介绍指出,学生通过专业学习获得对相对论、量子力学和基本力学定律等,深刻理解基本的物理规律,通常学习涵盖到物质最小成分,包括分子、原子、核子和次核子颗粒。学生也将学习、探索和揭示物理规律如何引发了宏观体系(如液体和固体)的多样性。此外,学生可通过专业学习,了解和探索大气与海洋、恒星等更为复杂的自然科学系统。

#### 清华大学物理专业的人才培养规格

清华清晰界定了人才培养规格:首先在知识结构上,要求学生“扎实掌握物理学的基本理论和基本实验方法;具备所需的数学基础知识;掌握化学、生物、信科等方面的基础知识;能较熟练地运用外语阅读专业期刊和进行文献检索;具有一定的人文社会科学知识”。其次在能力结构上,学生“具有独立获取知识的能力;具有从事物理学、应用物理学及其相关领域的初步科研能力和一定的技术开发能力;具有较好的(外语)交流写作能力”。此外在素

质结构上, 赋予学生“具有较高的思想道德和人文素质; 具有健康的身体素质和心理素质; 具备良好的专业素质”。由此可见, 该专业人才培养注重对学生全面的知识、能力与素质的培养, 专业基础和能力素质并重。

## 中美比较 2: 人才培养规格的综合性和宽博性

清华物理专业对于人才培养规格有着比较清晰的蓝图, 强调学生兼具专业知识与通识知识、专业能力与可迁移能力并重、专业素养与道德、人文、心理素质共同发展, 体现了对学生综合全面发展的培养理念。哈佛虽没有明确规划人才培养规格, 但对学生学习内容的描述充分彰显了, 其致力于为学生打造具有宽博性的知识基础, 给予学生选择和探索兴趣空间的特征。

### 3.4 专业课程体系的比较

课程体系是课程目标的实现载体。课程内部相互联系的众多要素构成了课程体系这一有机体, 课程体系内部要素之间的组织形式是课程体系的核心所在, 赋予各校各专业独特的人才培养模式与特征。

#### 哈佛大学物理专业的课程体系结构

哈佛物理系的课程设置要求首先以哈佛大学本科生教育的培养要求为基础: 由专业教育 (Concentration)、普通教育 (General Education) 和自由选修课 (Electives) 组成, 学生要求完成 32 门学期课程方可毕业, 每门学期课程为 4 学时<sup>[xxiv]</sup>。

(1) 专业教育: 学生入学后第三个学期确定专业, 基本要求是完成 12 门学期课程, 约占学生所修课时的 40%, 专业课程由 6 门专业基础课和 6 门专业附加课组成。其中, 专业基础课包括物理和数学基础课两部分, 而专业附加课则要求在物理类课程中选择 2 门 (涵盖应用数学、应用物理、天文学、化学、工程科学、物质科学等), 另外可从物理或相关学科领域 (包括应用数学、应用物理、天文学、化学、计算机科学、地球与行星科学、工程科学、数学、统计课程等) 选课。

(2) 普通教育: 要求学生在八大知识领域中至少选择 8 门学期课程, 每个领域至少选择一门, 此外第一学年需完成一门写作课, 并在第三学年之前达到一定的语言要求。普通教育课程、写作和语言要求共计 9-11 门课程, 约占总课时 30%。八大领域包括: 美学与审美、



文化信仰、实证与数学推理、道德推理、生命系统科学、物质科学、社会以及世界中的美国。

(3) 选修课程: 该部分学时约占 30%, 课程数量根据专业或荣誉学位的要求而定, 物理系未对此作硬性规定, 主要由学生根据自身兴趣和学习需求进行选择。学生可利用选修课程修读第二学位、准备留学、修读某一领域高级课程或参与相关科研、准备继续深造读研等。

通常, 学生在专业教师的指导下, 结合自身情况来制定个性化学习计划。虽然, 物理专业不对学生修读辅导课 (tutorial)、毕业论文做出要求。但该专业为学生提供选修的辅导课和学生自主研究项目。整体而言, 物理专业新生与其他专业新生一样, 大一主要学习通识课程, 在选定专业之后才进入专业学习, 强调学生在低学年形成扎实基础, 通过选修多种课程、师生交流咨询明确自身兴趣和学业规划。

### 清华大学物理专业的课程体系结构

清华对课程体系主要从课程类型和学分学时上予以规定。物理专业学生应修总学分为 171, 其中春、秋季学期课程总学分为 137, 夏季学期实践环节 19 学分, 综合论文训练 15 学分。课程体系包括 8 部分:

- (1) 公共基础课程 (26 学分): 思想政治理论课、体育、外语;
- (2) 文化素质课 (13 学分): 涵盖哲学与人生、历史与文化、语言与文学、艺术与审美、环境科技与社会、当代中国与世界、基础社会科学、数学与自然科学八个领域;
- (3) 自然科学和信息科学基础类课程 (25 学分): 数学基础课、化学基础课、生物基础课、信息类基础课程;
- (4) 物理学专业相关课程 (61 学分): 学科基础限选 ( $\geq 20$  学分)、学科基础课限选 2 (包括四组近代物理实验课,  $\geq 6$  学分)、学科基础课必修 (共计 7 门,  $\geq 21$  学分)、专业限选课 (4 门,  $\geq 6$  学分) 和专业任选课 ( $\geq 8$  学分);
- (5) 其他任选课 ( $\geq 12$  学分);
- (6) 科研训练限选 (6 学分), 主要是专题研究课;
- (7) 实践环节 (13 学分), 包括军事理论与技能, 外语强化训练, 金工实习/电子工艺实习, 计算机编程训练/基础英语强化训练, 交叉学科前沿专题;
- (8) 综合论文训练 (15 学分)。

### 中美比较 3: 课程体系的三大差异

总体而言,中美两校物理专业均建立了包括专业基础课程、通识教育、跨学科知识的综合性课程体系。两校都将专业基础置于人才培养的核心,并重视通识教育,注重提升学生综合素养。此外,两校均引入跨专业选课,丰富和拓宽学生的知识结构。中美物理专业课程体系差异主要体现如下三方面:

差异之一体现为通识教育的指导理念与实践。哈佛大学在最近一次通识教育改革中摒弃了持续三十年的“核心课程”,着眼于寻求“学生自由教育与超越大学之外的生活之间的连接”,为学生进入社会之后的公民参与做好准备。通识教育的目标在于,激发学生自我意识,赋予其适应变化的能力,并培养其道德认知。清华大学的通识教育主要体现在文化素质课的推行上,开设八个领域,致力于培养学生学科业务能力之外的人文素养和科学思维能力等。

从两校对通识教育的阐述来看,哈佛大学在推行通识教育的道路上正在实现一次新的拔高,其培养理念和具体施行体现了对教育的深刻反省、对知识建构的审慎思考。清华大学对通识教育进行了较为缜密的设计,主要包括公共基础课和文化素养课。其通识教育目标在于拓展学生知识面,帮助其建构完整的知识架构,但相比之下,我国通识教育内容较为薄弱,高校在通识教育推行上缺乏自主性和独特性。尤其是作为通识课程主体的公共基础课,由国家统一规定开设,公共课内容相对狭窄,模式略显僵化,且忽视了对学生个性的挖掘和自我实现的激发。

差异之二在于课程体系中各教学环节的设置。清华对各项教学环节提供了全面严谨的规定。例如英语技能训练、专业理论学习和实验教学,特别强化科研训练、毕业论文训练和实践环节等教学环节。由此可见清华物理专业教学环节的高度计划性、目的性。相比之下,哈佛物理专业虽同样涉及上述环节,但环节设置并未表现出鲜明的计划性,而以学生个性化选择为原则。

差异之三体现为课程体系的架构设置。哈佛在专业课程界定和表达上相较笼统,着重突出了通识教育的重要地位,同时从制度架构上为学生个性化选择与发展提供了弹性空间。清华则遵循知识架构逻辑,从课程性质、课程学分、课程时序上做出了清晰规定。尽管表述不一致,但从内容上仍然可以进行相似的划归。

表 2 清华大学与哈佛大学物理学专业课程的比较

清华大学物理专业 (2013 级)				哈佛大学物理专业 (2013-2014)			
性质	课程类型	学分数	学分占比	性质	课程类型	门数	占比

							*	
专业教育	物理学专业相关课程	61	36%	50.5%	专业课程	专业基础课	6	40%
	自然科学和信息科学基础类课程	25	14.5%			专业附加课	6	
通识教育	文化素质课	13	7.5%	22.5%	通识课程	9~1	1	30%
	公共基础课程	26	15%					
其他任选课		12	7%		自由选修	10	30%	
科研实践训练	科研训练限选	6	3.5%	20%	科研实践训练	选修的辅导课或独立研究项目		
	综合论文训练	15	9%					
	实践环节	13	7.5%					

\*注：哈佛大学对课程不作学分规定，按照课程门数规定修读要求，故本表只提供课程门数信息。

表 2 比较了两校物理专业的课程结构。从各类课程所占学分比来看，清华所规定的专业教育部分占比达 50%，而哈佛对专业课程所规定的比例约为 40%；哈佛给予通识教育的比重为 30%，高于清华；从对任选课的规定来看，哈佛的自由选修课比例高达 30%，给予了学生充分的自由选择空间，而在清华物理专业的课程框架中，学生自由选择的比例仅为 7%。

专业基础课程中，清华设置了一系列基于物理学科性质、知识结构的专业基础课，包含小部分数学必修基础课；而哈佛的专业基础课不仅涉及物理和数学两大学科，更是通过设置专业附加课程，为学生提供跨学科学习的平台与机会。对比两校学生跨学科学习的基本内容，哈佛的专业附加课涵盖范围从应用数学、应用物理、化学到天文学、工程科学、物质科学、计算机科学、地球与行星科学和统计学等与物理相关的学科领域，学科的延伸范围极广。而清华物理专业则主要通过自然科学和信息科学基础课、专业限选和专业任选课程，涉及数学、化学、信息类、生物、天文学等相关领域学科，体现了清华致力于培养学生宽厚的学科基础，但比较而言，可供学生自由选择的课程的数量与范畴均低于哈佛。

在科研与实训环节上，清华通过科研训练、实践环节和综合论文训练等规定了高达 20% 的科研或实践学习，而哈佛物理专业并未对此提出硬性规定，主要是为学生提供选修的辅导课和独立研究项目“鼓励”科研训练。此外，专业附加课中开设多门应用性课程，加之理论课程中包含实验教学环节，彰显了其在理论教学之外对学生知识实践性的重视。

#### 4. 结论与政策性启示

本研究聚焦高等理科教育课程设置，通过对中美高等理科教育课程设置的演变与发展的梳理，以及以哈佛大学和清华大学物理专业课程为代表案例的国际比较，系统考察了中美两国高等理科教育的课程设置差异。以上分析表明，中美两校物理专业课程设置均呈现综合性、

体系性的特征。清华物理专业的课程结构涵盖全面、规划内容详实具体。相反哈佛物理专业的课程设置则呈现出弹性灵活的特征,学生自主选择、自我发展的空间更大。

从课程设置目标和内容上来看,中美两校物理专业呈现出共同的发展趋势。两校均重视学生的全面发展,在强调学科专业的坚实基础的同时,关注学生科学素养的塑造、可迁移知识与能力的习得。在课程内容的广度与深度方面,两校物理专业均重视跨学科知识的学习,旨在培养学生广博的知识基础,形成综合全面的知识架构。此外,理论学习的基础上,清华着重强调实验教学和科研训练,对课程修读和实践、论文训练做出严格规定。相较之下哈佛没有对科研论文训练、实践课程等做出强制性的明确规定,而主要通过独立的科研训练项目鼓励学生出于兴趣的自我知识探究和科学思维习惯的习得。

然而通过比较,也可从中发现中美两校在专业课程设置方面的差异。哈佛大学物理专业的课程设置极富灵活性和多样性,无论课程类型、课程内容层次、选课方式均遵循了以学生为主体的理念,为学生主动学习提供极大的选择空间。该校课程设置为不同水平、不同学习要求、不同兴趣的学生可根据自身特点定制个性化专业学习方案提供了有效平台。相较而言,清华大学在全面发展的培养目标的指导下所制定的课程体系更为严格,强调稳定性,结构性、系统性,但略显固定僵化。

两校专业课程的差异清晰地折射了两国高等教育的培养理念和课程范式的区别。

由于深受历史传统与苏联模式的影响,中国高等教育在和课程设置上极为注重“传授”与“灌输”,认为专业学习的首要重点在于打造学生完备的知识结构和扎实的学科基础。在课程范式方面,虽然近年我国高等理科教育范式经历了巨大变革,但依然停留于“院校(专业)中心”的传统范式。高等理科教育重视知识的传授、累积和线性化发展。

相比而言,美国高等教育课程设置呈现出高度的“学生中心”特征。这也充分体现了杜威(Dewey, 1916)教育哲学在其中的影响和渗透。杜威教育思想认为,校园生活应该鼓励学生主动与他人交往和构建自己的世界,从而促使其实现学术成功。相反,被动参与则会妨碍学生学习动机和学习技能的形成。为此杜威之后的教育改革者强调,无论是课堂内还是课堂外,交流和主动学习都可以促进有意识的接受学习<sup>[xxv][xxvi]</sup>。哈佛物理专业的课程设置体现了高度的建构主义特征。将学生定位为主动的知识建构者之一,通过选修课、跨学科修读第二学位、出国交流、独立研究多种形式,为学生创造多样化学习平台、赋予学生定制个性化学习规划的自主权,鼓励学生开展主动性知识探究,重视学生科学思维习惯的习得,成为当前美国理科高等教育的重要特征。

随着近年我国高等教育规模的快速扩张,未来发展目标模糊、专业兴趣欠缺、学习主动

性淡化的学生群体的比例不断增长。面对学生群体的这一变化,传统的“院校(专业)中心”人才培养模式无法激发学生的专业学习兴趣,也无法有效培养学生的创造力与科学探索精神。面对这一困境,以上哈佛大学的成功实践经验对未来完善我国高等理科教育的课程设置具有重要政策意涵。

首先在课程设置的目标定位方面,随着理科毕业生的跨专业就业趋势的加剧,相关专业需要合理调整目标定位,将培养学生的学科专业发展的同时,淡化专业鸿沟,通过跨学科学习,注重知识的宽博性,为学生未来在其他专业领域的发展提供基础与可能性。

其次,根据高等理科教育的目标,相关专业需要合理调整专业教育、通识教育、选修课程等各部分课程的合理比例。理科专业的课程设置需进一步强化通识教育,调整通识教育的培养理念与实施模式,在拓宽学生知识广度的同时,更重要的是将激发学生自我意识,培养学生成熟的心智与道德、提升学生人文与科学素养纳入通识教育的目标。

此外,赋予学生更多的课程选择自主性,给予学生自由探索、个性发展的空间、激发学生投身专业领域的兴趣和积极性;最后在课程体系方面打破传统的课堂场域局限,将学生课外参与独立研究、出国留学等经历纳入教学培养环节,为学生提供多样化、个性化的学习平台,充分满足不同学生的学习需求,从而激发学生的自主学习与学术创新精神。

## 参考文献

- [1] 邓红. 从哈佛课程改革历程观大学责任的演进[J]. 理论月刊, 2008.
- [2] 王义道. 对新形势下我国高等理科教育改革与发展的意见[J]. 高等理科教育, 2005(1): 9-17.
- [3] 王义道. 大学科学教育改革与发展[M]. 北京: 北京大学出版社, 2008.
- [4] Donald J G. Learning to think: Disciplinary perspectives[M]. Jossey-Bass, 2002. Cited in: Lattuca L R, Stark J S. Shaping the college curriculum: Academic plans in context[M]. John Wiley & Sons, 2011: 95.
- [5] 王义道. 在 21 世纪人才培养中实验教学的地位与作用[M]//刘维. 大学科学教育改革与发展[M]. 北京: 北京大学出版社, 1998.
- [6] 季诚钧. 大学课程概论[M]. 上海: 上海教育出版社, 2007: 63.
- [7] 刘道玉. 论大学本科课程体系的改革[J]. 高教探索, 2009(01): 5-9.
- [viii] 王义道. 大学科学教育改革与发展[M]. 北京: 北京大学出版社, 2008: 20
- [9] 鲍威. 大学教学课程的范式转换及其驱动机制[J]. 清华大学教育研究, 2015(2): 97-105.
- [10] 王义道. 大学科学教育改革与发展[M]. 北京: 北京大学出版社, 2008.
- [11] 王德滋等. 南京大学百年史[M]. 南京: 南京大学出版社, 2003.
- [12] 王根顺, 王建惠. 回顾和反思 20 世纪 50 年代高等理科教育课程体系改革[J]. 高等理科教育, 2009(01): 12-15.
- [13] 鲍威. 大学教学课程的范式转换及其驱动机制[J]. 清华大学教育研究, 2015(2): 97-105.
- [14] 李映洲, 杨峻. 20 世纪 90 年代中国高等理科教育改革发展综述——关于高等理科教育专业设置、人才培养模式与教学改革问题[J]. 高等理科教育, 2003(5): 107-111.
- [16] Marx R W, Harris C J. No Child Left Behind and Science Education: Opportunities, Challenges, and Risks[J]. The Elementary School Journal, 2006, 106(5): 467-478.
- [17] 朱学彦, 孔寒冰. 科技人力资源开发探究——美国 STEM 学科集成战略解读[J]. 高等工程教育研究, 2008(2): 21-25.
- [18] 范燕瑞. STEM 教育研究[D]. 华东师范大学, 2011.
- [19] National Science Board. Undergraduate Science, Mathematics, and Engineering Education [EB/OL]. NSB 86-100, 1986. <<https://www.nsf.gov/nsb/publications/1986/nsb0386.pdf>>.
- [20] National Science Foundation. Shaping The Future: New Expectations for Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineer [EB/OL]. NSF96139, 1996.  
[http://www.nsf.gov/publications/pub\\_summ.jsp?ods\\_key=nsf96139](http://www.nsf.gov/publications/pub_summ.jsp?ods_key=nsf96139)
- [21] Augustine, Norman R. "Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future." Retrieved March 19 (2005): 2008.
- [22] 卢晓东. 中美理科 (本科) 专业设置比较研究报告[R]. “高等理科教育 (本科) 改革” 调研课题组, 2014.
- [23] Harvard University. 2013-10-20. <<http://www.harvard.edu/>>
- [24] 清华大学物理系. 2014-03-16. <<http://www.phys.tsinghua.edu.cn/publish/phy/5302/index.html>>
- [25] 康静. 中美高等理科教育课程设置比较研究[D]. 湖南大学, 2012.
- [26] Brint, S. Cantwell, A. M. Undergraduate Time Use and Academic Outcomes: Results from the University of California Undergraduate Experiences Survey 2006[J]. Teachers College Record, 2010(112-9): 2441 - 2470.
- [27] 鲍威, 张晓玥. 中国中国高校学生学业参与的多维结构及其影响机制, 复旦教育论坛[J], 2012(6): 20-28.