

# “一带一路”背景下中俄“大学物理”课程共建模式探索\*

——以“热力学第一定律”为起点推进

李均 刘璐璐 袁承勋 孟庆鑫 王晓鸥 张宇 霍雷

(哈尔滨工业大学物理学院 黑龙江 哈尔滨 150001)

(收稿日期:2020-02-02)

**摘要:**随着高等教育全球化的发展,中外合作办学已经成了一种新兴的教育模式,作为一种教育文化交流活动,有效地引进和利用国外先进的教育资源及管理经验,能够提高师资水平、推动教学改革.哈尔滨工业大学是一所理工为主、多学科协调发展的国家重点大学.理工科的学习与研究发展都是以自然科学为基础,因此大学物理为我们学习其他专业基础课程提供了帮助.大学物理课程共建是实现国际化复合型高层次人才培养的迫切需求.俄罗斯作为中国的最大邻国,也是一带一路沿线重要国家,其基础学科具有深厚的底蕴和雄厚的实力.本文分析了哈尔滨工业大学中俄合作办学的现状,并以热力学第一定律为例,探索一带一路背景下中俄大学物理共建模式.

**关键词:**大学物理 合作办学 中俄共建

## 1 引言

经济全球化的背景下,各国之间教育的交流与合作日益频繁,教育国际化已经成为一种必然趋势,合作办学成为高等教育国际化的一个重要途径.一带一路的深入推进,极大地推动了中外合作办学事业在我国的发展.俄罗斯作为中国的最大邻国,也是一带一路沿线重要国家,是世界著名的科技大国,一带一路的倡议为两国各层面的交流,塑造了扎实的平台,夯实了中俄睦邻友好合作关系,更为人文交流提供了难得的历史机遇.同时,随着我国经济社会的迅速发展,与国际接轨进一步加快,需要更多具有国际竞争力的专业知识型人才.

在这种形势下,中俄人文合作委员会于2019年9月16日上午在俄罗斯圣彼得堡召开了第二十次会议.在中俄两国领导人的见证下,哈尔滨工业大学与圣彼得堡国立大学签署了关于共同在哈尔滨举办高等教育合作机构的“哈工大圣彼得堡中俄联合校园”备忘录(见图1),中俄双方将加快联合校园建设,致力于打造中俄文化、历史与现代文化交融的科教园区,树立中俄合作办学、科技创新、人文交流的典范,以满足人才培养的要求,深化教育教学改革,创造最

大条件给学生发展的空间.



图1 哈工大与圣彼得堡国立大学签署  
共建中俄联合校园备忘录

## 2 圣彼得堡国立大学物理学院及教学概况

圣彼得堡国立大学是一所著名的公立研究型大学,坐落于俄罗斯圣彼得堡瓦西里岛,与莫斯科国立大学共同构成了俄罗斯高等教育的最高殿堂.圣彼得堡国立大学在世界历史发展的过程中有着不可忽视的地位,欧拉、门捷列夫、巴甫洛夫、切比雪夫、布尼亚科夫斯基、楞次、佩雷尔曼曾执教于此,斯托雷平、列宁、克伦斯基、屠格涅夫、马尔科夫、李雅普诺夫、波波夫、朗道、普京曾就读于此.圣彼得堡国立大学为俄罗斯贡献了9枚诺贝尔奖和2枚菲尔兹奖,先后有600多位毕业生和教师当选为彼得堡科学院、前

\* 黑龙江省规划课题“‘一带一路’背景下中俄《大学物理》课程共建模式探索”资助,项目编号:GJC1319024

作者简介:李均(1984-),男,博士,副教授,博士研究生导师,主要从事大学物理教学和钙钛矿材料电磁特性研究工作.

苏联科学院及一些专业科学院院士、通讯院士。

圣彼得堡国立大学致力于科技和人文的研究,是俄罗斯重要的科研、文化和教育中心,为俄罗斯培养许多优秀人才。从1724年开始,这所大学开设了物理课,当时的课程是用拉丁语和德语进行的。1745年,M. V. Lomonosov(罗蒙诺索夫,1758—1765期间为学校校长)出版了由拉丁文翻译而来的第一套俄语版物理学教材《Wolfian's Experimental Physics》;1901年,拥有当时最先进装备的第一物理研究所成立;1933年,物理系因其物理研究所的实验室设施全面完善而成为大学的独立部分。物理系至今已培养出3位诺贝尔奖获得者,分别是:Nikolay Nikolayevich Semenov (1896—1986) 1917年毕业于物理和数学学院,于1956年获诺贝尔化学奖;Lev Davidovich Landau (1908—1968) 1927年毕业于物理与数学学院,于1962年获诺贝尔物理学奖;Aleksandr Michailovich Prochorov (1916—2002) 1939年毕业于物理系,于1964年获诺贝尔物理学奖。

物理学院的师资有100余名自然科学博士,以及超过200人的博士。物理学院现任院长Mikhail V. Kovalchuk为俄罗斯科学院通讯院士,同时兼任国家研究中心Kurchatov研究所主任。物理学院目前的主要本科专业包括物理学、应用物理及数学、电磁学与声学(无线电物理学)以及核物理与技术。目前大多数课程的教学语言是俄语,学院同时也提供多门英语授课的课程。因此,圣彼得堡国立大学物理学科具有深厚的底蕴和优质的教学资源,对于我们有效地引进和利用国外先进的教育资源及管理经验,提高师资水平,进行教学改革能够起到良好的推动作用。

### 3 哈工大-圣大“大学物理”课程共建合作概况

哈尔滨工业大学物理学院大学物理教研室成立了一支教学经验丰富、年富力强的教师队伍,与圣彼得堡国立大学物理系的基础物理授课教师建立了良好的沟通、交流关系,规划在开课过程中,以篇章为单元,进行中俄两校教师的互访学习。同时也期望与圣彼得堡国立大学物理学科基础物理课程授课教师建立常态交流与合作机制,以物理学的基本知识点为基础,加强两校基础物理课程的相互渗透。

在具体合作过程中,首先对教学目标、教学内容以及教学重难点进行明确,并对教学知识点进行层次划分:对于讲授型、理论性的物理知识点,可以让学生先进行自学,借助于网络课程来引导学生自主学习,而后在课堂上进行统一讲解;而对于实践性的物理知识点,教师则可以在教学课堂上借助于物理实验或其它教学手段来让学生参与到知识实践体验之中,以此来深化学生对于实践型知识点的理解。基于前期的准备和协调,拟在“大学物理”的热学章节中进行试点。

热学是研究物质处于热状态时有关性质和规律的物理学分支,宇宙天体、纳米体系、现代通信、集成电路等等与温度有关系的领域都离不开热学,它是一门普遍的学科,是其他学科与宏观现实世界链接的桥梁,它渗透到各个学科领域。

对冷热的客观本质以及有关现象的定量研究约始于300年前,人们积累了大量有关热的实验和观察事实,关于热的本性展开了研究和讨论,首先建立了温度的概念,来表示物体的冷热程度,温度的概念建立之后,人们就探讨物体的温度为什么会有高低的不同,经过亥姆霍兹、克劳修斯、开尔文等人的努力,逐步精确地建立了热量是能量转化的一种量度的概念,并根据大量实验事实总结出关于热现象的实验理念——热力学<sup>[1]</sup>。其中热功相当原理奠定了热力学第一定律的基础,它与卡诺理论的结合形成了第二定律,与微粒说结合形成了分子运动学说。对热现象的研究的另一途径是利用统计规律来导出宏观的热学规律,从19世纪中叶麦克斯韦等人对气体动理论的研究开始,后经玻尔兹曼、吉布斯等人在经典力学的基础上发展为系统的经典统计力学,形成了现代理论物理学最重要的一个部分,更深刻地揭示了热现象以及热力学定律的本质<sup>[2]</sup>。

### 4 圣大教授走进哈尔滨工业大学“大学物理”课堂

热学的建立使人们对自然界的认识深入了一大步,热学中热力学第一定律为物理学理论的发展提供了有力的支柱,是自然界所遵从的普遍法则,自然界一切涉及热现象的过程都必须遵从热力学第一定律,它告诉了人们第一类永动机是永远也不可能造成的<sup>[3]</sup>。深入理解热力学定律有重要的意义,对于学生来说,掌握它的内容实质是学好热学的必经之路。

2019年11月12日,圣彼得堡国立大学物理系 Vladimir Demidov 教授来到了哈尔滨工业大学的物理课堂,带来了精彩的热力学第一定律的讲解,图2为 Vladimir Demidov 教授在哈尔滨工业大学“大学物理”课堂上的剪影。Vladimir Demidov 教授于1981年在苏联列宁格勒州立大学(现为圣彼得堡国立大学)获得博士学位,现在是物理系的研究教授。这堂课代表着哈尔滨工业大学和圣彼得堡国立大学进行“大学物理”课程共建有了实质性的开端,同时也将会为哈工大与圣大联合办学奠定坚实的基础。

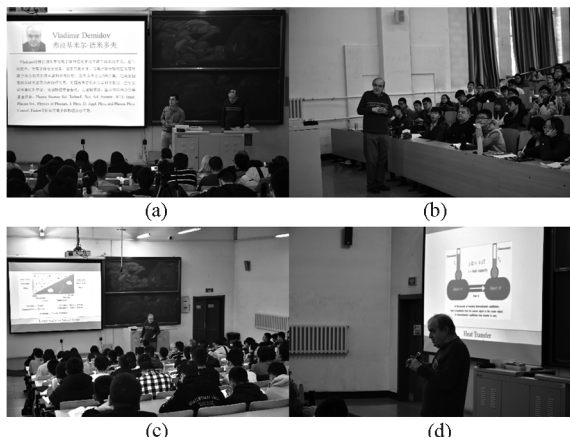


图2 Vladimir Demidov 教授在哈尔滨工业大学“大学物理”课堂上在课堂上, Vladimir Demidov 教授营造了轻松愉快的课堂气氛,使每个人都积极参与,在教师的引导下,围绕课件(PPT)内容展开课堂讨论,充分体现了“双主体”效应,教师是教学的主体,学生是学习的主体,共同扮演了问题的发现者、探究者和解决者,这是俄罗斯教育家赞可夫的教育思想, Vladimir Demidov 教授讲解的热力学第一定律与国内高校的讲解模式相比,二者在内容和顺序上具有一致性:由气体做功、热传递、内能的概念引导出热力学第一定律。

讲解的一致性主要体现在对于热力学第一定律的教学模式上:首先,通过对理想气体做功或者经过热传递的过程都能改变理想气体内能这方面入手,提出它们之间数量关系的设问来引入热力学第一定律。设问了以下3个问题:

(1) 理想气体如果和外界没有热量的交换,那么外界对气体做功或气体对外界做功会引起气体内能怎样的变化?

(2) 如果气体没有对外界做功,那么气体的吸热或放热会引起其内能怎样的变化?

(3) 如果理想气体既对外界做功又存在热传递过程,他们与内能三者之间会是什么关系?

通过这几个问题的分析,得出热力学第一定律的表达式。这与国内几套典型的《大学物理》教材基本相同,即图3所展示的热力学第一定律讲解脉络图。

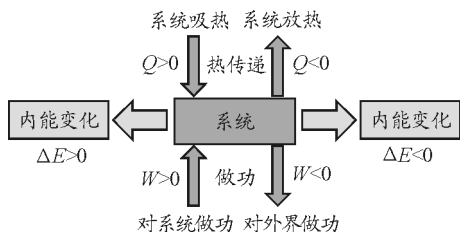


图3 热力学第一定律的讲解脉络图

Vladimir Demidov 教授的讲解模式与国内高校不同之处主要体现在更加侧重于应用,且更形象。例如图4所展示的教学过程中穿插的应用举例:在分子动理论的讲解之后,会设问,什么是推进力,进而给出比率的定义,举例这个知识点在波音飞机上、在科技上的应用。

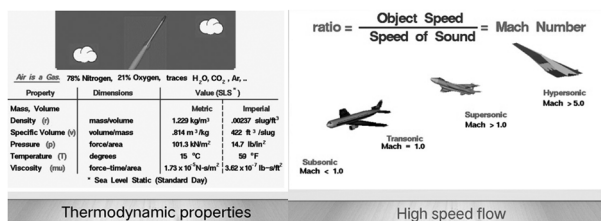


图4 教学过程中穿插的应用举例

知识来自于生活,到生活中去,结合当前科研热点,多学科融入,所有的问题都有很强的拓展性,留给学生很大的思考余地,使得学生的思维得以飞跃,想象力和创造力进一步得到培养。俄罗斯的教育理念就是培养学生全面发展,所以人们常说俄罗斯人天生动手能力强,据了解,在俄罗斯,二十五六岁的女青年,什么都敢修理,什么都敢拆卸,许多十几岁的小男孩能够排除汽车的一般故障,能够把摩托车分解了再组装上。其实这与他们所受的教育方式息息相关,他们的教学侧重形成科学的态度和方法,广泛涉猎相关科学知识,能够将专业技能应用于实践当中,深入研究专业领域,具备较强的创新能力,从而形成良好的个体素质。整个讲解过程中,教学逻辑性强,结构严谨,由简入深,层层递进,使每一部分内容都有种水到渠成的感觉,潜移默化地培养了学生逻辑思维能力,在深度和广度上也得到了较好的延伸。

在讲课过程中, Vladimir Demidov 教授将俄罗斯教育体系与中国的教学目标结合起来, 使学生和教师获益匪浅, 也帮助学生尽快适应之后的学习, 顺利衔接. 中俄合作办学为人才培养搭建了一个广阔的平台, 新形势下抓住高等教育国际化发展的机遇, 丰富高校资源, 努力实现资源优化配置, 充分挖掘中俄高等教育合作的巨大潜力, 实现其稳定可持续发展, 提高人才培养质量, 适应社会需求的多样化, 促进学生全面有个性的发展<sup>[4]</sup>. 高校合作作为人文交流的重要内容, 担负着为两国未来交流培养智力支撑和情感纽带的特殊作用, 中俄两国之间的教育交流有着悠久的历史与良好的合作传统<sup>[5]</sup>. 从现实利益出发, 双方合作办学带来有利契机.

## 5 总结

在国家“一带一路”背景下, 开展与圣彼得堡国立大学物理学科课程共建, 与基础物理课程授课教师有效的交流并建立合作机制, 以物理学的基本知识点为基础, 加强两校基础物理课程的相互渗透,

并以双方的线上课程和课堂教学为基础, 建立混合式教学模式互访互学、交叉授课, 从教学目标、教学内容、教学手段和考核方法等多个角度学习其先进的教学理念, 进一步加强我校大学物理课程的教学改革工作, 以带动整个黑龙江省 211 院校的大学物理教学改革与发展. 秉着以学生为中心、为学生服务的理念, 为我国培养出更多自强、自立、有国际竞争力的优秀人才.

## 参考文献

- 1 张三慧. 大学物理学(第二册)热学[M]. 北京:清华大学出版社, 1999. 1~3
- 2 李久会. 大学物理学习指导[M]. 沈阳:东北大学出版社, 2005. 70
- 3 武和全, 张连喜. “热力学第一定律”教学浅析[J]. 课程教育研究, 2015(11):229
- 4 高郁. 地缘文化背景下中俄高等教育合作新策略研究[J]. 教育教学论坛, 2017(28):12
- 5 刘孝玲. “一带一路背景下”中俄高效教育合作管见[J]. 速读(上旬), 2017(10):60

# Exploration on the Sino – Russia Co – construction Model of *University Physics* under the Background of *One Belt and One Road*

—Promoting with the *First Law of Thermodynamics* as the Beginning

Li Jun Liu Lulu Yuan Chengxun Meng Qingxin Wang Xiaou Zhang Yu Huo Lei

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

**Abstract:** With the development of higher education globalization, Sino – foreign cooperation has become a new education model. As an educational and cultural exchange activity, the effective introduction and use of foreign advanced educational resources and management experience can improve the level of faculties and promote the teaching reform. Harbin Institute of Technology is given priority to science and engineering, and multidisciplinary coordinated development of the national key university. The learning and research and development in science and engineering are based on natural science, so university physics learning will provide the help for other professional basic course, and building university physics curriculum is to realize the goal of cultivating the pressing needs of the internationalization of high – level talents. As our largest neighbor, Russia is an important country along the “One Belt and One Road”, and their basic disciplines have profound deposits and strong strength. This paper analyzes the current situation of Sino – Russian cooperative education in Harbin Institute of Technology and takes the first law of thermodynamics as an example to promote the exploration of the co – construction model of physics in Russian universities under the background of “One Belt and One Road”.

**Key words:** university physics; education cooperation; Sino – Russian co – construction