

加州理工学院物理专业研究生课程设置特点

戴宏毅, 陈平形, 黄明球

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 本文回顾了美国加州理工学院物理学专业的发展壮大和崛起过程, 详细介绍了加州理工学院物理专业研究生课程设置, 研究了加州理工学院物理专业研究生课程设置特点: 坚持小而精的办学理念, 严进严出的办学标准; 精心设置课程, 与工程实践联系紧密, 重视基础课程; 注重开课质量, 重视自学能力的培养; 注重科研前沿和多学科交叉。

[关键词] 加州理工学院; 研究生课程; 物理专业; 课程设置

[中图分类号] G511 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2014)02-0057-04

The Characteristics of Graduate Curricula for Physics Majors in Caltech

Dai Hong-yi, Chen Ping-xing, Huang Ming-qiu

(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The paper reviews the development and rising process for physics major in Caltech, and details the graduate curriculum offerings for physics major. The characteristics of physics graduate curricula in Caltech are investigated. It shows that Caltech first adheres to the small but excellent educational philosophy, has the strict admission to graduate standing and strict requirements for graduation. Second, Caltech has some elaborate course offerings, closely connects with engineering practice, and values the basic curricula. Third, Caltech pays attention to class quality and training the ability of self-study. Fourth, the study on research frontier and multidisciplinary cross is strengthened.

Key words: Caltech; graduate curriculum; physics major; course offerings

加州理工学院是一所英才辈出、大师云集的大学。至 2013 年 10 月, 加州理工学院已有 32 名校友和教授获得了 33 次诺贝尔奖, 其中包括 2013 年诺贝尔化学奖获得者马丁·卡普拉斯 (Martin Karplus); 有 57 人获得美国国家科学奖章、13 人获美国国家技术奖章、112 人为国家科学院成员^[1]。加州理工学院现任教授中有 73 名国家科学院院士、35 名国家工程院院士和 94 名国家艺术科学院院士^[1], 这在全美乃至全球是无校出其右的。同时, 该校还为中国培养了钱学森、赵忠尧、周培

源、谈家桢、郭永怀、钱伟长等著名科学家。

“如果说加州理工学院在美国高等教育史上不占什么重要地位的话, 那么它在世界现代科技史上的地位则没有几所大学能够望其项背。”^[3] 学者的评论表明加州理工学院学术地位的无与伦比。正因为有如此瞩目的成就, 加州理工学院始终坚持“小而精”的办学理念是许多追求“大而全”的巨型大学所望尘莫及的。本文重点关注加州理工学院物理专业研究生的课程设置情况。

[收稿日期] 2013-10-23

[基金项目] 湖南省和国防科技大学研究生教育教学改革研究项目 (yjsy2012004)

[作者简介] 戴宏毅 (1964-), 男, 湖南武冈人, 国防科学技术大学理学院教授, 博士, 研究方向为量子光学、量子信息与量子计算。

一、加州理工学院物理学的发展壮大和崛起过程

加州理工学院的前身是一所为学校周边居民提供就业培训和提高素质教育活动的社区学校,它是1891年由实业家思鲁普(A. G. Throop)出资创建,初名思鲁普大学,1893更名为思鲁普理工学院,1913年又改名为思鲁普工学院。

1907年,著名天文学家海耳(G. E. Hale)成为该校董事会的董事,他任命斯克(J. A. B. Scherer)担任学校校长,还说服两名当时美国科学界的领军人物加盟思鲁普工学院,一位是物理化学家阿瑟·诺依思(A. Noyes),另一位是实验物理学家罗伯特·密立根(R. A. Millikan),请他领导思鲁普工学院的物理学研究。海耳曾经指出“最伟大的工程师不仅仅会理解仪器设备等机器和应用公式,而且还要认识到这些事物的本质,具有更宽广的视野和丰富的想象力,无论是在工程和艺术、在文学和科学方面,缺乏想象力的人,就做出有创造性的工作来。”1911年3月,时任美国总统罗斯福(Theodore Roosevelt)在该校视察时说“我希望看到像思鲁普这样的学校培养出来的学生,每100名学生中有99名比一般人做得更好;我希望看到能够开凿巴拿马运河与在国内兴建大型水利工程的人;我更希望看到剩下的那第100位学生受过良好的科学文化熏陶,成为像你们伟大的天文学家海耳那样的人。”罗斯福总统的此次讲话对该校的办学理念产生了重要影响,学校开始致力于培养罗斯福所说的那“第100位学生”。一百年来,加州理工学院遵循着这一思想,其课程设置十分强调为学生提供渊博的知识面,以便使学生能适应更加广泛的工作需要^[1,4]。

1920年,学校又更名为加州理工学院,随后开始致力于追求最重要的科学研究,定下了“为教育事业、政府及工业发展需要培养富有创造力的科学家和工程师”的培养目标。1921年6月,密立根正式入主加州理工学院,被任命为加州理工学院的“理事会主席”,承担了校长的全部职责,并于1923年获得诺贝尔奖,而海耳和诺依思是他的副手。加州理工学院物理学的发展壮大主要经历两个时期:

(一) 密立根领导时期的物理学发展壮大过程

在物理学家密立根等人的出色领导下,加州理工学院在20世纪30年代初就已真正崛起了,物理学达到美国国内无可匹敌的程度,在1925年之前

就获得了博士学位授予权。1926年它就培养出了8名物理学博士,与加州大学伯克利分校并列为全美各大学之首。1930年在加州理工学院获得博士学位的安德逊(C. Anderson),因为发现正电子和实验证明了反物质的存在,而获1936年度诺贝尔物理学奖,获奖时他仅31岁。而1930-1935年间,加州理工学院共培养了59名物理学博士,将美国其它大学远远地抛在了后面。中国的周培源和赵忠尧就分别在1928年和1930年获加州理工学院的物理学博士学位。

同时,密立根因获1923年度诺贝尔物理学奖,凭借其个人的威望和广泛联系,接连邀请了包括爱因斯坦(A. Einstein)、玻尔(N. Bohr)在内的一大批物理学家来校访问讲学或从事合作研究,一扫加州理工学院以往沉闷的学术气氛,物理学面貌大为改观,加州理工学院迅速崛起为世界物理学研究和活动中心之一。

(二) 杜布里奇领导时期的物理学发展壮大过程

在物理学家杜布里奇(L. A. DuBridge)担任校长的23年里(1946.01—1969),学校发展迅速,不仅校园面积由30英亩扩大到80英亩^[5],而且增加了原子核天体物理学和行星科学等一些新的研究方向。同时罗伯特·巴伽尔(Robert Bacher)以高能粒子物理为起点对物理系进行了大刀阔斧式的改造,建造了一台新的电子加速器。安德森的学生唐纳德·格拉泽(D. A. Glaser)把来自太空的宇宙射线作为天然的高能粒子源进行粒子物理的研究,取得了重要成果,并因此而荣获1960年的诺贝尔物理学奖。

1951年,费曼(R. P. Feynman)受邀转入加州理工学院,费曼因其幽默生动、不拘一格的讲课风格深受学生欢迎。1965年费曼因在量子电动力学方面的贡献获诺贝尔物理学奖。

20世纪60年代,物理学家默里·盖尔曼(M. Gell-Mann)提出了夸克理论,因对基本粒子的分类及其相互作用的发现而荣获1969年度诺贝尔物理学奖。

20世纪60年代,加州理工以盖尔曼和费曼这两名很可能称得上当时最伟大的理论物理学家所在学校而闻名。

后来加州理工学院物理学又经过Harold Brown(1969-1977)、Marvin L. Goldberger(1978-1987.10)、Thomas E. Everhart(1987fall-1997.10)、David Baltimore(1997.10-2006late)、Jean-Lou Chameau(2006.09-2013.06)等几代

校长^[5]的领导和物理学家的努力,始终走在物理学领域的前沿,2010年U. S. News美国大学最佳研究生院排名中,加州理工学院的物理专业排名全美第一,这些都是与密立根时期和杜布里奇时期的发展壮大分不开的。

迄今加州理工学院共有32名校友和教授获得了33次诺贝尔奖,其中鲍林(L. Pauling)获得两次诺贝尔奖:1954年的化学奖和1962年的和平奖;而诺贝尔物理学奖获得者占14人^[1]。

二、加州理工学院物理学专业研究生课程设置

物理学及相关学科是探究物质结构及其运动规律的前沿学科,是科学发现与现代高新技术创新的基础和源泉,在研究生人才培养中起着核心的作用。加州理工学院在物理学人才培养中取得了令世人惊叹的成就,这些是与其独具特色的研究生课程设置分不开的。加州理工学院物理学研究生课程设置的目標:通过专业课程的学习,可以掌握基本的物理学原理,在基础物理和专业物理课题研究两方面中有一个广泛而深入的了解,这些是旨在帮助研究生为初步从事独立研究做准备,拓宽其物理学知识。加州理工学院物理专业研究方向包括:基本粒子物理,核物理,宇宙射线, γ -射线,X-射线,亚毫米波天文学,凝聚态物理,原子分子和光物理,量子光学,应用物理学,引力物理学,宇宙学,天体物理学,数学物理,生物物理和理论物理等^[5-6]。

(一) 物理学专业理学硕士学位选修课程

物理学专业理学硕士学位申请者在获得学士学位之后,必须至少在加州理工学院学习1年,完成不少于135个学分的课程学习,其中必须有27个学分的自选课程或者规定的人文课程^[5-6]。物理学专业理学硕士学位必须选择135学分的下列课程:

(1) 27学分的课程编号为Ph 125 abc的《量子力学》(Quantum Mechanics),如该课程被作为本科阶段课程,它就用27学分的任何量子力学基础课程来代替。(2) 81学分的物理专业选修课,这些课程必须从物理类课程编号100级及以上的课选取,如课程编号Ph 103,Ph 105,Ph 118,Ph 127,Ph 129,Ph 135,Ph 136等。(3) 27学分的其它选修课程,这可以从物理专业或者其它专业研究生课程选取,包括人文类研究生课程。

加州理工学院每门课程的学分数对应于该门课

程每周的学时数,包括课堂内教学学时、实验学时和课外学习学时^[5-8]。以开设的专业课程“量子力学(Quantum Mechanics)”为例,Ph 125 abc分别表示课程编号Ph 125 a、Ph 125 b和Ph 125 c,它们分别在第1期、第2期和第3期开课,“量子力学”课程的学分数构成是这么描述的“9学分(3-0-6)”。即“量子力学”这门课每学期9个学分,要求每周课堂内教学3学时,实验0学时,课外学习6学时。每门课程的学分数对应于该门课程每周的学时数。由于加州理工学院每学期教学约10周,可以说大约每10学时计1学分^[8]。

(二) 物理学哲学博士学位课程要求

虽然加州理工学院对于博士生没有统一的最低课程要求,但物理专业要求博士生必须通过两学期的物理研讨课程Physics Seminar(Ph 242),并进行相关课题的研究,以显示自己的领悟能力,写出满足要求的研究报告(written candidacy examinations)并进行答辩(oral candidacy examinations),通过相关专业的笔试或口试,被相关领域的主席证实其具有针对课题开展研究的能力。这是确保物理专业学生追求物理学哲学博士学位的一个重要条件。物理专业对博士生没有具体的课程要求,但希望从学习Ph 106,Ph 125, and Ph 127等基本课程中获益,鼓励学生独立自主学习,而不是把学习看成是负担^[5-7]。

三、加州理工学院物理专业研究生课程设置特点

(一) 坚持小而精的办学理念,坚持严进严出的办学标准

1920年,该校改名为“加州理工学院”。随后开始致力于追求最重要的科学研究,定下了“为教育事业、政府及工业发展需要培养富有创造力的科学家和工程师”的培养目标。学校在原有的工程学科的特色基础上,建立了数学、物理、化学、生物等基础学科来促进特色专业,后来学校又扩充了英语、历史、经济学等人文、社会学科专业,逐渐形成了该校目前“小而精”的办学特色。这种办学特色就是加州理工学院至今仍遵循着“学科不求过多,范围不求过宽,严格保证学生人数和学习质量”的培养高尖端精英人才的办学方针。严格控制招生人数,在学习过程中进行淘汰,高质量地保证学生毕业,坚持严进严出。正如加州理工学院的一位教授所言“加州理工学院培养的是领袖

人物,而不是追随者。”这些与国内坚持大而全的办学理念、严进宽出的现实完全不同。

(二) 精心设置课程,与工程实践联系紧密,重视基础课程

1. 精心设置课程。加州理工学院自1920年改名始,就开始重视研究生教育的质量,精心设置课程,在规定研究生必须大量参加各种类型科研工作的同时,针对各学科专业的不同情况,在研究生计划中开设了许多基础理论课程,并辅之以具体的落实措施。学生可以完全根据自己的兴趣在物理、应用物理、交叉学科等不同学科方面自主选择研究发展方向,学院提供充分的自由发展空间。

2. 与工程实践联系紧密。为了掌握科技市场动态,各系每年都邀请企业界、工业部门和研究机构的权威人士参加顾问委员会,提供咨询意见,以便及时调整自己的发展趋势,为在激烈的科技竞争中处于领先地位^[3,4]。

3. 重视基础课程。研究生课程注重基础理论课程的设置^[2],为研究生学术能力的培养提供了前提和基础。比如说,物理专业研究生必须选修27学分课程编号为Ph 125 abc号的《量子力学》,这是一门开设一学年的有关量子力学及其应用的重要基础课程^[5-7]。当然学习该课程必先在本科阶段学习了一学年编号为Ph 2 abc的《波、量子力学和统计物理》或者学习了一学年编号为Ph 12 abc的《波、量子物理和统计力学》课程。

(三) 注重开课质量,重视自学能力的培养

在课程设置上,加州理工学院也是重开课质量,而不盲目追求课程的门数^[9]。为减轻学生的学习负担,加州理工学院规定学生每学期修读课程的总学分一般45学分,即5门课程,最好不超过48学分^[5]。如每学期9学分(3-0-6)的“量子力学”课程,要求每周课堂教学3学时、实验0学时、课外学习6学时,以保证学生有足够的时间自学。在课程设置全面、授课内容“少而精”的前提下,鼓励学生根据兴趣主动学习,深入钻研,打下坚实的基础。有些课程还需要学生独立或与人合作进行调查研究,特别关注学生多方面的能力培养。这与我国研究生课程教学过程形成鲜明的对比:教师讲授时间多,造成学生自学时间少,与他人合作时间少,自己独立研究时间很有限。

(四) 注重科研前沿讲座和多学科交叉课程

加州理工学院虽然是一所工科大学,但研究生课程的目标基本都是将学生带到一个学科的科研前沿,十分强调理、工、文渗透,多学科交叉,增设

跨学科课程,既有广度,又有深度。这不但拓展了研究生的基础理论知识,而且为开展科研活动储备了丰富的知识,学生将这一门课学好就有基础在这个领域做科研了,也有基础将所学知识应用到自己的专业方向,开辟跨学科的新方向。这些是培养研究生科研能力和创新能力的基础。

在研究生课程设置上,规定必须有27学分的包括其它系在内的自选课程或者人文课程^[5-7]。这加强了理、工、文学科间知识的交叉渗透,避免研究生知识结构的单一,也避免由于知识结构单一而给研究生从事创新性科研活动所带来的阻碍。同时,加州理工学院建立了许多跨学科研究中心来设立和发展跨学科课程,允许学生跨专业、跨学科、跨系选课学习。并且兼容并包,广泛邀请世界知名学者来校讲学,开拓学生视野。

四、结束语

美国加州理工学院的物理专业誉满全球。该校的办学理念、物理专业研究生课程设置等都为世界其它国家的物理专业研究生教育提供了宝贵的经验,具有重要的借鉴意义。加州理工学院物理专业研究生课程设置紧紧围绕物理创新人才的培养目标,为提升研究生的科研创新能力提供丰富而宽广的平台。

[参考文献]

- [1] General Information [EB/OL]. (2013-09) [2013-10-20] <http://www.caltech.edu/content/glance>.
- [2] 樊鹏,李忠云. 美国加州理工学院办学特色及启示[J]. 教育与职业,2012(11): 21-23.
- [3] 蓝劲松. 小而精的学府何以也成功——对加州理工学院崛起分析[J]. 复旦教育论坛,2003,1(1): 66-70.
- [4] 曹红. 加州理工学院本科课程设置研究[D]. 长沙: 湖南师范大学,2011.
- [5] Information for Graduate Students/2012_2013 caltech catalog [EB/OL]. (2012-09) [2013-06-20]. <http://www.pma.caltech.edu/GSR/physics.html>.
- [6] Physical Education Requirement /2012_2013 caltech catalog [EB/OL]. (2012-09) [2013-06-20]. http://catalog.caltech.edu/12_13/index.html.
- [7] Physics Courses/2012_2013 caltech catalog [EB/OL]. (2012-09) [2013-06-20]. <http://www.ph.caltech.edu/>.
- [8] 赵惠君,孙俊峰. 加州理工学院本科课程体系特点及其启示[J]. 高等教育研究学报,2012,35(3): 36-39.
- [9] 马璟. 加州理工学院与世界一流大学定位[J]. 高等工程教育研究,2004(2): 68-72

(责任编辑: 赵惠君)