

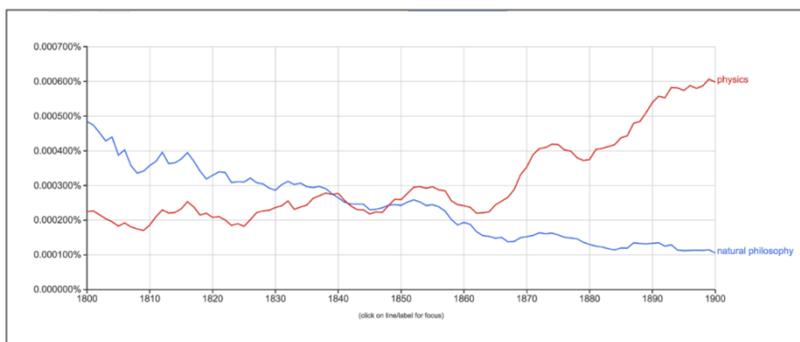
从自然哲学到物理学：19 世纪英美物理教科书的名实之变

王 广超

摘要：物理学，作为一门独立的学科，形成于 19 世纪，最初是从自然哲学中分化出来的。随着物理学共同体的形成，19 世纪的物理教科书经历了发展的黄金时期，在培养新生力量、传播科学知识的过程中起了重要作用。19 世纪早期大多数英美物理教科书多冠以“自然哲学”(Natural Philosophy)的名称，1890 年代后，“物理学”(physics)总体上取代了“自然哲学”，成为英美物理教科书的标准书名。与之相应，物理学各分支的名称、知识结构、实验比例、教育辅助手段等多方面也发生了明显的变化。本文试图从书名变化入手，剖析 19 世纪英美物理教科书的演变，以及导致这些变化的原因。

关键词：自然哲学 物理学 英美国 教科书

物理学，作为一门独立的学科，形成于 19 世纪，最初是从自然哲学中分化出来的。随着自然哲学内部的分化重组，物理学共同体的形成，物理教科书也经历了发展的黄金时期，在培养新生力量、传播科学知识的过程中起了重要作用。19 世纪，英美物理教科书最明显的变化，是书名经历了从“自然哲学”到“物理学”的转变。本文作者利用谷歌学术的 Ngram Viewer 工具¹，检索了 19 世纪 physics 和 natural philosophy 两词的出现率，变化情况见下图。



从中可见，physics 一词的出现率基本上是不断攀升的，与之相应，natural philosophy 则逐渐减少。而分野的重要区间，是在 1830 至 1870 年间。进一步检索，可以发现，其底层书籍主要是当时在英美普遍流行的中等物理教科书。因此，上图基本可以反映英美教科书名称的变化。实际上，正是中等物理教科书而不是高等教科书塑造了物理学这一学科。^[1]

¹ Google 公司对从 1500 年到 2008 年之间出版的书籍进行了 OCR 识别，建成了世界上最大的电子书数据库。程序设计者通过一系列算法从万亿级别的原始数据中识别出单个的词语和短语，构成了一个语料库。上图中的横轴则是时间，纵轴是所查词语在对应时间的出现率。

书名转变的背后,涉及更为复杂的名词术语、物理学内容和教育目标等方面的演变。本文将 19 世纪百年的时间分为四个阶段,分别是:1830 年之前,为最早的物理教科书阶段,当时的物理学教科书大多由精通文字的非专业人士撰写,此阶段的主要意义在于物理学的普及,即把那些早先居庙堂之上的学院知识传播给普通大众。1830 至 1850 年间,是自然哲学教科书的重要发展阶段。在此期间,一些大学教授,专业人士,开始撰写中等物理教科书,当时的教科书仍以“自然哲学”命名。本阶段的主要特征是中等物理教科书专业化的提升。1850-1870 年间,这是重要的转折期,促成转折的主要原因是法国物理教科书的输入。1870-1900 年间,为较为成熟的物理学教科书阶段,主要表现在教学辅助手段的丰富。也正是在 1875 年,英美世界出现了以“物理学”命名的教科书,到 1900 年,这一命名得以全面普及。这一划分参考了约翰·艾尔弗雷德(John Alfred, 1888-1970)在《1900 年前美国中等教科书的演变》*The evolution of American secondary school textbooks before 1900* 一文。^[2]文中,作者对英美世界中一些较具代表性的教科书进行了讨论,但仅限于表象的分析,缺乏对变化背后原因的探讨和整体演进的剖析。本文试图从名称之变入手,考察 19 世纪英美物理教科书的演变,及其背后的原因。由于中国近代早期很多中文物理学教科书直接或间接翻译自英美世界,因此,对这段历史的检讨将有助于厘清早期中文物理教科书的源头。

一 1800-1830: 早期普及阶段

无论是英国还是美国,最初的自然哲学课程出现在拉丁语学校。美国本土的波士顿高中(Boston High School)于 1821 年最早开设自然哲学课程,当时这门课安排在三年级学习。之后不久,纽约高中(New York High School)也于 1826 年开设此课程。上述两所中学在美国具有一定影响,其开设的课程多被同时及后来的其他学校所效仿。实际上,大约在 1860 年之后,几乎所有英国和美国高中均开设了自然哲学或物理学课程。随着自然哲学成为中学必修课程,相应的教科书也就成为紧缺之物。

1830 年之前,约翰·韦伯斯特(John Webster)的《自然哲学概要》(*Elements of Natural Philosophy*)具有一定代表性。此书最初是在英国出版,后来于 1808 年在美国的宾夕法尼亚州重印。^[3]这是一本大部头的教科书,一共 709 页,包括力学(mechanics)、声学(sound)、热学(heat)、磁学(magnetism)、电学(electricity)、光学(optics)和天文学(Astronomy)。其中力学部分所占比重最大,超过一半。1824 年,一位自然哲学和化学教授阿摩司·伊顿(Amos Eaton, 1776-1842)重新修改并出版了韦伯斯特的教科书,书名改为《韦伯斯特自然哲学概要》(*Webster's Elements of Natural Philosophy*),这本书主要面向高中生以及普通读者。为此,这本书还加入了一些专门插图,书中标题采用斜体字,相关解释非常清晰,这些改变使得此书颇具吸引力。

另外,威廉·恩菲尔德(William Enfield, 1741-1797)的《自然哲学概要》(*Institutes of Natural Philosophy*)颇具影响。此书序言中,作者说编写此书的理由是当时还没有合适的自然哲学教科书可用。这本书首版于 1799 年在伦敦出版,后来经塞缪尔·韦伯(Samuel Webber, 1759-1810)改

編之後於 1802 年在美国出版，1811 年再版。^[4]恩菲爾德原是为高中编写的教科书，但实际上，韦伯的改编本主要用于大学。此书的美国版本是大开本，包含 448 页，七卷。分别是：第一卷，物质(Matter)；第二卷，力学或运动原理(Mechanics, or the Doctrine of Motion)；第三卷，流体静力学和气体力学(Hydrostatics and Pneumatics)；第四卷，磁学(Magnetism)；第五卷，电学(Electricity)；第六卷，光学或光和像的定律(Optics, or the Laws of Light and Vision)；第七卷，天文学(Astronomy)。书末一些附录，包括空气摩擦以及一些化学原理。这本书结构清晰，整本书分成了七卷，每一卷又分为一些章，章下面则是节。

19 世纪上半叶，简·马西特 (Jane Marcet, 1769–1858) 女士的《自然哲学对话》(*Conversations on Natural Philosophy*) 最受欢迎。此书也是先在英国出版发行，后在美国改编并重印。马西特是一位富商的女儿，后来嫁给亚历山大·马西特 (Alexander Marcet,) 先生，擅长写作。他在 1806 年曾撰写《化学对话》(*Conversation on Chemistry*) 一书，颇为盛行，据说正是此书引燃了法拉第 (Michael Faraday, 1791-1867 年) 对科学的兴趣。^[5] 1819 年，《自然哲学对话》出版。^[6] 此书采用非常浅显的语言表述，颇受年轻人的青睐。此后，这本书曾多次再版，后来在美国中学中颇受欢迎。1821 年分别在康涅狄格州和宾夕法尼亚州再版，但两本书页数不同，前者 311 页，后者 256 页，内容基本相同，所不同的只是每页所包含的行数。此书的内容包括：物体的性质 (properties of bodies), 引力 (gravity), 运动 (motion), 静力学 (mechanical power), 行星 (planets) 和地球 (the Earth), 月亮 (the Moon), 静力学 (hydrostatics), 声学 (sound) 和光学 (optics)。在美国出版的两本书中均附有插图。本书最大的特点是以对话形式展开，对话是在艾米丽 (Emily) 和 B 女士 (Mrs.B.) 之间进行的。

总的看来，早期的自然哲学教科书一般先出现在英国，后来在美国改编和印刷。这些书的作者大多不是科班出身，而是牧师。当时的英美世界中，牧师一般具备好的教育，写作水平高于普通人。他们擅长于用浅白的语言表述深奥的自然哲学知识。但是，早期的教科书缺乏专业性。具体表现在，书中没有任何公式，数学在其中所占的分量也相当小。早期教科书虽包含例题和习题，但当时的学生很难独立解决。另外，最早的英美自然哲学教科书中没有示意图，后来随着自然哲学课程向低年级的普及，一些教科书中开始出现了简单的示意图，这些图大多是由学校教师绘制的。这些图中，力学类的居多，其次是光学、磁学和电学类。

二 1830-1850：专业化的提升

1830 年之后，英美两国的中等教育更为普及，更多的新式学校应运而生。由于科学教育逐渐受到重视，有一些中学开设了自然哲学课程，也正因此，自然哲学教科书越发受到关注，销量激增。马西特女士的教科书尽管在 1830 年后虽然还在畅销，但已逐渐被专业化更强的教科书所取代。其中最具代表性的是美国人科约翰·科姆斯托克 (John Lee Comstock, 1789 -1858) 和丹尼森·奥姆斯特德 (Denison Olmsted, 1791-1859) 编写的教科书。

科姆斯托克出生于美国本土。在上完普通中学后,他开始学习医学。获得行医执照后,曾经参军入伍成为一名外科军医。1820年之后,科姆斯托克从部队退役,将大部分时间用于教科书的写作。他撰写了很多学科的教科书,包括动物学、植物学、矿物学、心理学、天文学、地理学等,但其最有影响的却是自然哲学教科书。1830年,科姆斯托克出版了自然哲学教科书,名为《自然哲学体系》(*A System of Natural Philosophy*)。这本书在当时颇具影响,曾先后译成德文、希腊文等语言。另外,此书曾于1831、1838、1844、1848和1852等多次修订。1855年版本的序言中说这本书已有188个版本。截止到1860年,英文版已印刷60多万册,这在当时可是一个不小的数字。此书序言中,科姆斯托克说地理学、数学、语法等学科的教科书已有了很大的提高和改善,然而自然哲学教科书却方兴未艾。紧接着,他提到了马西特的《自然哲学对话》,认为这是一本语言极其优美、解释非常清晰的教科书,并说自己的书在一些方面也借鉴了马西特的风格。此书得到了专家的认可,有8位当时颇具影响的专家写的推荐信。从这些推荐信可以看出当时衡量美国中学物理教科书的标准,主要包括:知识是否准确、插图是否简练、解释是否适合于普通学生等方面。

相较1830年版本,1831年本除了标题的形式之外没有任何变化。其中物体的属性一节篇幅最大,占63页;力学29页,水力学16页,气体动力学7页,声学10页,光学58页,天文学75页,电学13页,磁学5页。另外,此书附有200幅雕版印刷图,用于阐释说明自然哲学原理。每一页的底部有本页知识相关的问题。不过,1838年版本却有比较大的变化,在原版基础上增加了45页,另加入了12幅刻版图,主要是一些关于蒸汽机和电磁学方面的演示图。1844年,《自然哲学的体系》再此改版,扩充至360页,加入了当时颇为流行的机械,比如水轮(Water Wheels), Gunnery(重炮的设计图),电铸版(electrotype)等;另外还介绍了一些新技术,包括:镀金(guiding)、镀银(silvering)、摄影术(photography)、银版照相法(daguerreotype)等。1847年修订本已达360页,对早期版本的一些错误也进行了改正,[7, 1-2]1852版的页数达到408页。纵观《体系》的演变,可以发现早期版本中有目录表,但没索引。1838、1844和1848年版本中虽然加入了索引,却去除了目录表。另外值得一提的是,作者不断地对教科书的知识内容进行修订。

1830年之后,一些具有较强专业背景的专家和学者投入到中等物理教科书的写作当中,其中比较有影响的是丹尼森·奥姆斯特德。奥姆斯特德是耶鲁大学自然哲学教授,其大部分时间是在耶鲁度过的。他曾经是耶鲁大学的学生,毕业后留校任教,1825年晋升为教授。1831至1832年间,奥姆斯特德出版了他的两卷本的《自然哲学》(*Natural Philosophy*),此书主要面向大学生,此后有多次修订。显然,奥姆斯特德的《自然哲学》和《自然哲学导论》都不适合中学生使用。1833年,奥姆斯特德出版了《自然哲学纲要》(*A compendium of Natural Philosophy*),是为一般读者或高中学生而编写。^[8]此书也是皮革封面,包括359页。在此书序言中,奥姆斯特德说希望此书能够以最简单的形式呈现出自然哲学中的最重要的成果。此书的内容包括基本原理(preliminary principles),运动与力(Motion and force),运动定律(Law of Motion)、•••••大气(atmosphere),声学(acoustics),电学(Electricity)、磁学(Magnetism)、光学(Magnetism and Optics)等部分。

此书加入了一些教学辅助手段。比如标题采用斜体字，且标题后紧跟解释和应用。自然哲学问题一般出现于每页的底部。所有的原理都进行了编号，且许多插图都采用了木板雕刻。此书颇为畅销，到 1844 年时已有 20 个版本。

1840 年，《自然哲学》改名为《自然哲学导论》(*An Introduction to Natural Philosophy*)，此书为大开本，包括 592 页。^[9]书中，作者对原书进行了修订，增加了 60 页。作者在序言中明确说明此书主要面向两类读者：第一是受教育的新学生，第二是希望查阅原理说明的技术工人。修订本所增加页数主要用在附录部分，包括为年轻学生提供指引、一些精选实验及操作说明。1851 年，奥姆斯特德重新修改了《纲要》一书，在其序言中说此书已销售 7 万余册。1851 年修订版中包括六部分，与早期版本有较大区别。这些章节分别是：第一部分力学 (Mechanics)；第二部分水力学 (Hydrostatics)；第三部分空气动力学 (Pneumatics)、气象学和声学 (Meteorology and Acoustics)；第四部分电学 (Electricity)；第五部分磁学和电磁学 (Magnetism and Electro-Magnetism)；第六部分光学 (Optics)。附录部分与 1844 年版本基本相同。此书直到 1858 年还在出版。^[10]

专业性增强的一个主要表现是实验的加强。约翰·德雷伯 (John W. Draper, 1811–1882) 和戈尔德·博德 (Golding Bird, 1814–1854) 编写的教科书却有很大改观。1847 年，德雷伯出版了他的《自然哲学教科书》(*A Text-Book on Natural Philosophy*)。^[11]之前他曾出版了化学教科书，颇受欢迎，这使得他对自然哲学教科书的编写也很有信心。此书最大的特点是突出实验教学。在其序言中，作者说，恰当的物理科学课程应该是把实验置于首要位置，而其他的技术方面的阐述和数学运算应该居于次要位置。此书中有许多的木板雕刻图，为的是演示科学仪器和科学实验。与当时其他自然哲学教科书相同，相关的问题被置于每页的底部。整本书采用了讲座的模式，一共包含 73 篇演讲稿。然而，此书并不受欢迎，其原因可能与整本书的编排模式有关。

戈尔德·博德的《自然哲学概要》(*Elements of Natural Philosophy*) 最初在英国出版，后来在 1848 年时第三版在宾夕法尼亚州出版。^[12]此书的序言中，作者说之所以编写这本教科书，是因为在他看来当时还没有更合适、更好的自然哲学教科书。然而，实际上，这本书的内容与 Comstock 和 Olmsted 的教科书没有多大区别，相比较之下此书光学和电学两部分所占分量稍大一些。不过，此书最大的特点是对课堂实验的突出。此书副标题是“作为物理科学学习的实验指导” (*Being an Experimental Introduction to the Study of the Physical Science*)。整本书包括 13 章，372 幅插图。相比较之下，戈尔德·博德的教科书更受欢迎。

1830 至 1850 这二十年的主要特点有四：第一，英美中等学校的数量剧增，与之相应，更多的学校设置了自然哲学课程，因此对相应教科书的需求也迅速增加；第二，教科书的编写更具有更强的专业性，这主要是由于，具有专业背景的大学自然哲学教授参与到教科书的编写当中；第三，数学化程度进一步加深；第四，内容方面课堂演示实验的比重逐渐增多。

三 1850-1870: 法国教科书影响下的转变

1850 年是物理学发展的关键节点。在此前后, 物理学的学科范围及学科内容的协调性都极为完美, 作为一门完整的学科, 已经达到了概念准确、逻辑统一的新阶段。当时, 学科的根本已经明确: 物理现象可以用一种统一的框架来解释, 即以力学解释为基本的出发点, 通过数学描述对物理现象作模拟并导出描述式的数学方程式, 再冠之以能量守恒定律这一普遍的规律。[13, 2-4]伴随着新物理学的形成, 物理学共同体也逐渐成型, 相应的为培养新生力量而物理教科书也逐渐成熟。

但是, 当时英美世界自然哲学教科书的发展却相对滞后。1851 年, 哈佛大学的数学和自然哲学教授约瑟夫·洛夫林 (Joseph Lovering, 1813-1892) 指出, 当时的英语世界还缺乏合适的物理教科书。他认为物理教科书是物理教学的重要工具, 阅读物理教科书连同观摩演示实验构成了物理教育的核心。洛夫林提出优秀的物理教科书应该具有如下特点: 易读, 能够准确地展示实验事实, 清晰准确的写作风格。以此标准来衡量, 洛夫林认为当时的英美世界中还缺乏好的教科书, 而这与法国的情况形成了鲜明的对比。^[14]也正是在充分引入法国物理学教科书的过程中, 英美世界的自然哲学教科书发生了巨大的变化。在此, 我们有必要介绍一下法国物理教科书的演变。

实际上, 法国自 1802 年之后就已经形成教育网络, 科学教育已经成为中、高等教育的重要部分。在政治、经济、专业及教育力量的共同作用下, 法国教科书的生产已经成为拿破仑主政时期的重要事业, 当局甚至推出了各学科的教学大纲。19 世纪初, 法国出现了一批教科书的撰写者, 他们中有不少是该领域的顶尖专家, 编写的教科书在欧洲乃至世界上产生了相当大的影响。^[15]物理教科书方面, 早期比较有影响的有在里昂高等师范学校任教的勒内·茹斯特·阿羽依 (René-Juste Haüy, 1742-1822) 的 (基础物理学教程) *physique élémentaire* (1803), 此书共出版五次, 曾翻译为英语在英美世界流行。此后, 让·巴蒂斯特·比奥 (Jean-Baptiste Biot) 撰写的《物理实验及数学教程》*Traité de physique expérimentale et mathématique* (1816) 和《物理实验基础教程》*Précis élémentaire de physique expérimentale* 在法国乃至整个欧美世界都颇具影响, 甚至有学者认为这两本书在将物理学界定为一个独立完整的学科过程中起了关键作用。比奥的教科书后来被哈佛大学数学和自然哲学教授洛夫林译成英文, 成为哈佛大学最重要的自然哲学教程。^[1]此后, 法国还涌现出好几位颇具影响力的中学物理教科书撰写者: 昂让·佩克勒特 (Eugène Pécllet, 1793-1857), 克洛德·普耶 (Claude Pouillet, 1790-1868), 塞萨尔·德普雷 (César Despretz, 1789-1863), 奥古斯特·皮诺 (Auguste Pinaud, 1812-1847), 尼古拉斯·德甘 (Nicolas Deguin, 1809-1860), 他们中大多数在里昂高等师范学校任教。这些人所著的物理学教科书对英美产生了巨大的影响。

1850 年之后, 阿道夫·加诺 (Adolphe Ganot, 1804-1887) 的《基础物理学》(*Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée*, 1851) 在法国最具影响。甚至从一定意义上说, 此书是 19 世纪后半叶物理教科书的范本, 具有重塑物理学科之功。加诺是法国著名的物理教育家, 1804 年生于一个中产阶级家庭。1829 年, 他获得科学学士学位, 曾经在巴黎的一所私立学校任教, 期间

当过家庭教师。1848 年，加诺加盟巴黎理工协会（Association Philotechnique），担任物理教师。此后，他创办了一所新学校，亲自担任物理学和植物学教学工作。1851 年，加诺出版了他的物理学教科书，《基础物理学》。此书在法国颇具影响，到 1913 年出版 25 次，有近十二中语言的译本问世。^[16] 英译本由英国物理学家阿特金森（Edmund Atkinson）翻译，书名为 *Elementary Treatise on Physics, Experimental and Applied*。阿特金森的译本在英语世界更具影响，基本上每三年更新一次，自 1863 年至 1914 年从未间断，成为新式物理教科书的范本。加诺的教科书之所以如此受欢迎，是由于他在书中引入了一些新鲜的元素：书中专设习题部分，所列习题与教学大纲和真实的考试相关；通过一种可视化的语言表述抽象的物理概念；及时地将一些前沿的科学仪器和设备通过插图的形式展现出来。当然，最后一点之所以能够实现，得益于当时蓬勃发展的印刷业和制图技术。

在法国教科书的影响下，1850 年之后英美自然哲学教科书发生了变化。理查德·帕克（Richard G. Parker）撰写的自然哲学教科书颇具影响。1837 年，帕克晋升为波士顿中学的校长。当时校委会决定定制一批实验仪器用于教学。1848 年，Parker 为新定制的这些仪器撰写了一本使用指南。在此基础上，1853 年，帕克出版了《自然和实验哲学概要》（*A School Compendium of Natural Experimental Philosophy*）一书，所面向的主要读者是中学生。^[17] 这本书包括 400 页文本和 25 页实验设备插图，这些插图贯穿全书。本书的结构是经过尽心安排的，介绍了当时几乎所有的自然哲学原理。书中附有自然哲学问题，这些问题并没有置于页面底部，而是放在了每章之后，且均采用斜体字，以数字编号。本书的开始部分即罗列了波士顿中学的所有自然哲学仪器。《概要》一书有多种版本，甚至在帕克去世之后还在出版。另外值得一提的是，这部书实际上预示了即将发生的“自然哲学”学科名称的转变。其开头部分讨论道：自然哲学，或物理学，是一门研究自然物体的能力（power）、性质及相互作用的一门学科，是一门考察物质世界的规律和运作的学问。[18, 1]

戴维·威尔斯（David A. Wells, 1829-1898）的自然哲学教科书在当时也颇具影响。威尔斯是一位经济学家，曾经是一些工厂的顾问。在为一家出版社担当顾问期间，威尔斯开始对撰写教科书感兴趣。1857 年这一年，他出版了两本自然哲学教科书，分别是《日常事物的科学》（*The Science of Common Things*）和《威尔斯自然哲学》（*Wells's Natural Philosophy*）。《日常事物的科学》有一个副标题，物理科学的第一原理（*First Principles of Physical Science*）。这本书包括 312 页的文本。^[19] 此书在语言学校颇为盛行。就本书作者所见，威尔斯的《日常事物的科学》是最早使用较为简单的术语 sound、light 和 heat 来指称声学、光学和热学等门类。相比较之下，威尔斯的《自然哲学》一书的内容也颇为丰富，包括 441 页文本和一个很好的索引。^[20] 与之前的自然哲学教科书不同，《自然哲学》删掉了天文学部分，扩充了热学和气象学部分。这很可能也是收到了法国教科书的影响。在那些扩充的章节，威尔斯介绍了生活当中的一些现象，诸如暖气与通风设备、风、雨、雷、电等现象等。书中，威尔斯依然使用传统的术语如 pneumatics、acoustics 等。

威廉·佩克（William G. Peck）曾在哥伦比亚学院讲授自然哲学和力学。1859 年，他出版了

《力学概要》(*Elements of Mechanics*)一书,主要面向大学和高中学生。本书一共 344 页,包括运动、力、引力、机械、流体、气体和水蒸气、气泵等部分。^[21]此书的影响不大。1860 年,佩克出版了《自然哲学入门课程》(*Introductory Course of Natural Philosophy*),基于《加诺物理学》(*Ganot's Physique*)改编而成。与《加诺物理学》不同的是,佩克的书加入了“机械的应用”一章。此书一共 500 页,可以说是当时最后的一本较有影响的仍以“自然哲学”为名称的教科书。1875 年,《力学概要》一书再版。三年后,此书又被列维·伯班克(Levi Burbank)和詹姆斯·汉森(James Hanson)重新改编。每一部分加入了一篇概览,书后还附上了 85 个实验问题和 591 个问题。

乔尔·斯蒂尔(Joel Steele, 1836-1886)曾在纽约的多所中学做自然哲学教师。最初作教师的时候,他只教课,对编写教科书不感兴趣。后来,为开展自然哲学的教学工作,他编写了一些课堂纲要。1872 年,他离开了教师岗位,开始专门撰写教科书。他曾编纂多种教科书,包括哲学、化学、地质学、生理学、天文学以及美国史等。自然哲学教科书中,1869 年出版的《自然哲学十四周课程》(*Fourteen Weeks in Natural Philosophy*)最具影响。这是一本装帧精良的教科书,一共 340 页。^[22]在其序言中,斯蒂尔说物理学是学校中学习的自然哲学中的首要学科,对初学者来说当然不能对这门抽象的学科心存厌恶。为此,Steele 尽量使其阐述更加的清晰且有趣。全书内容包括物质、引力、运动、机械功(mechanical power)、液体和气体、声学(sound)和光学(light)。每部分的结尾均附有练习题。本书的末尾附有 20 页的实验和仪器的附注,每一个实验都与书中介绍的原理相对应。此书自出版之后一直到 1878 年每年都重印,1878 年有一些比较大的改动。全书的文本部分压缩在一卷当中,并且增加了一新插图。每一部分均始于一个分析纲要,结尾的部分还加上了相关知识和规律的历史演变。

1850 年至 1870 年这段时间是传统自然哲学教科书向新式教科书的转变的关键期,法国物理教科书的传入起了很重要的作用。尽管早期的教科书在 1850 年之后还继续出版,但是后来出版的新自然哲学教科书有了很大的变化,主要体现在四个方面:第一,封面的变化,1850 年之后的教科书很少再用皮革封面;第二,后来的作者更加关注所介绍知识的展示形式,教学法辅助手段更加丰富,比如在每页的底部设置问题、标题采用不同字体、以及更多的木刻版画等等。第三,作者在行文中开始使用“physics”特指物理学,尽管之前的自然哲学教科书中即已有这样的指称,但 1850 年至 1870 年间的新书出现得更加频繁。第四,实验部分所占的比重逐渐增大。

四 1870-1900: 教辅手段的丰富和运用

1870 年前后,经典物理学体系已基本形成。詹姆斯·克拉克·麦克斯韦(James Clerk Maxwell)在 19 世纪 70 年代出版的《不列颠百科全书》第九版的题为“物理科学”的条目中明确规定可以用力学纲领解释的科学为物理学,明确了 17 世纪以来逐步形成的“世界的机械论图景”的历史地位。约翰·伯恩哈德(John Bernhard, 1823-1900)在 1881 年的《近代物理学的概念和理论》(*The concepts and theories of modern physics*)一书中,对物理学的理论框架给出了一个颇具代表性的

界定：

物理科學，除了力學的普遍定律及這些定律在固體、液體和氣體間相互作用的应用之外，还包括不可稱量物質的理論，包括光學、熱學、電磁學等。所有這一切眼下都可還原為運動形式，亦即作為相同能量的不同表現形式來對待。[23,27]

此後，法国的影响还在加剧，一个主要的表现就是书名从“自然哲学”变为“物理学”。1870年，悉尼·诺顿（Sidney A. Norton, 1835-1918）编著的《自然哲学概要》一书出版。此书包括444页正文部分，以及书末尾的18页的问题。所有的图片都进行了编号，一共350幅。具体每一章节中，诺顿混合使用了新旧两种名词术语。1875年，诺顿出版了《物理学概要》（*The Elements of Physics*）。据本文作者所见，这是在英美世界中最早使用物理学（Physics）作为主标题的一本教科书。在其序言中，诺顿说此书是应许多教师和中学生的需求而生的一本教科书，并说此书并非仅仅给出物理科学的系统化的阐述，更主要的是从学生能接受的角度出发给出清晰、准确的科学观念。[24，序言]当然，当时大部分教科书仍以“自然哲学”命名。

埃尔罗伊·艾佛理（Elroy M. Avery, 1844-1935）编著的《自然哲学概要》（*Elements of Natural Philosophy*）在1878年出版，全书共456页。^[25]尽管此书仍然以自然哲学为主标题，但是此书的第一部分就冠以“物理学的范围”（Domain of Physics）。另外值得一提的是，书中各部分使用了新式名词，液体（liquids）、热学（heat）、光学（light）、声学（sound）。相比之前的物理教科书，这本书包含更为丰富的练习题和实验。在序言中，作者声称，所有这些题并不是完全为学生准备的，主要为教师提供习题库。这本书包含400副雕版画，每幅版画均有解释。书中的教辅手段也颇为丰富：介绍的所有原理均采用斜体字，关于原理的解释则采用不同的字体。此书曾多次印刷，1885年时扩充至150页。

1884年，艾佛理编著的《自然哲学的第一原理》（*First Principles of Natural Philosophy*），出版，这本书体量较小，402页。^[26]在序言中，作者说本书是为那些没有更多的时间从事自然哲学学习的学生和教师而编写的教科书。书中只有一些简单的实验，这些实验所需的设备都比较便宜。1897年，艾佛理又重新改写了此书，书名改为《基础物理学》（*Elementary Physics*），体量进一步压缩。艾佛理是希望为不同层次的读者编写不同的教科书。

阿尔弗雷德·盖奇（Alfred P Gage, 1836-1903）是波士顿高中的一线物理教师，因此对哪些知识适合高中生有清晰的理解。1882年，他出版了《物理学纲要教科书》（*A Textbook on the Elements of Physics*）。^[27]如艾佛理那样，盖奇非常注重课堂实验和实验室工作。在书中他指出，当时大部分中学的化学课都有实验室，但物理学实验却参差不齐。为此，盖奇在此书中对实验室建设提出了很多意见。书后附有一份30页的教学大纲，包括文中提到的所有原理的简要说明。

后来，盖奇编著了《物理科学导论》（*Introduction to Physical Science*），于1887年出版，此书比《物理学概要》体量更小。1890年出版了盖奇编著的《物理实验室操作手册》（*Physical Laboratory Manual and Note Book*）。^[28]封面上引用了威廉·汤姆逊（William Thomson, 1824-1907）的名言：

当人们能够对他们所讨论的问题进行测量,且能用数字表示测量的结果时,人们才开始真正地掌握了科学知识。[29]由此可以看出作者对科学测量的重视。这本书在当时颇为盛行,有多个版本。1895年,盖奇出版了《物理学原理》(*Principles of Physics*)。这是一本大部头的教科书,盖奇试图用一本书囊括之前的两本书。盖奇在此书中提出,物理课程应该包括正式的课堂教学和演示实验,以及非正式的习题课和研讨会。[30]

1900年,乔治·何德赉(20 George A. Hoadley, 1848-1936)出版了《简明物理学教程,实验与应用》(*A Brief Course in General Physics, Experimental and Applied*)一书。全书共10章、522节,前有序言、绪论,后有附录。书中附有497幅插图,257条课堂实验,180条实验室实验,每章附有习题,共计373道。书末附录包括额外实验室功课、习题数字答案、物理公式、单位转化表、重率表和导线表(Wire Table)。《简明物理学教程》是一本比较全面高中物理学教科书,包括力学(包括固体、液体、气体三部分)、声学、热学、磁学、电学、光学等章。此书的全面性还体现在全书的整体安排中,将以下四方面进行了整合:1、可靠的文本;2、所述规律的课堂演示实验;3、有关这些规律的实用问题;4、实验室里的个人实验。而这四个方面对一本物理教科书来说是至关重要的,可靠的文本可以保证学生从中获取的知识是正确的;演示实验可以演示物理规律的应用及获取此规律的方法;实用问题可以培养学生的思考能力;实验室实验可以锻炼学生的观察能力,培养学生发现因果关系的能力。此书后来由谢洪赉译成中文,书名为《最新中学教科书·物理学》,1904年由商务印书馆出版。

五 结论

众所周知,英国人牛顿(Isaac Newton, 1643—1727)开创了新物理学传统,《自然哲学的数学原理》成为构建经典物理学大厦的根基。但是,昔日的辉煌并没有成为英国物理学进阶的基础,却变成其进一步发展的羁绊。牛顿之后,法国人发展了牛顿力学的定量化计算,推动物理学实验的发展。而英国人,则一直困于牛顿制造的光环之下裹足不前。19世纪初,英法物理学的差距已相当明显,这从物理学教科书的发展可见一斑。整个19世纪,英美物理教科书的发展大体可概括为不断地借鉴法国传统的过程。

最明显的变化当属书名上的转变:早期英美物理教科书一直以“自然哲学”(Natural Philosophy)为名,而法国教科书均以“物理学”(physique)命名。1850年之后,一些英美教科书在行文中开始用“物理学”(physics)定义自然哲学(natural philosophy),直到90年代,“物理学”总体上取代了“自然哲学”,成为普遍的书名。当然,变化是相当缓慢的。1870前后出现了“自然哲学”和“物理学”混用的局面,这也体现在同时期的中文教科书当中。1862年,清廷开办京师同文馆,丁韪良(William A. P. Martin, 1827—1916)等专门编纂了中文物理教科书《格物入门》,之后又在此基础上编成数理程度更高的《格物测算》。由傅兰雅(John Fryer, 1839—1928)编纂的“中国教育指南”可知,《格物入门》的英文名是 Natural Philosophy,《格物测算》名为 Mathematical Physics [31,

13]由此可见，在当时的传教士心中，物理学（physics）要比自然哲学（Natural Philosophy）的专业性更高。

19 世纪英美物理教科书的变化不仅体现在书名方面，还体现在物理学具体分支的名称上。早期文本多使用经典的专用名词，比如：动力学 dynamics，水力学 hydrostatics，空气动力学 pneumatics，声学 acoustics，光学 optics 等。这些都是相对比较典雅的词汇，带有浓重的学院色彩。而后来的教科书则采用更为通俗的名词如 power、liquids、air、sound 和 light 等，这些更加通俗易懂，贴近现实生活。与此相应，另外的重要转变是数学难度的加深和实验比重的加重。^[32]

在名称变化的背后，是更为实在性的转变。为讨论这些转变，本文将 19 世纪分成四个阶段，并对每一阶段的主要特征进行了概括。1830 年之前的教科书，主要是通俗化的转变。这体现在语言、封皮、知识的表述等方面。1830 年之后，英美自然哲学教科书呈现出专业化的倾向，更多大学教授开始花时间编写中等物理教科书。1850 年前后，正是物理学发展的关键节点。或许正是因此，一些教授表现出对英美世界物理教科书的不满。1870 年之后，变化更多地体现在教辅手段进一步丰富和应用方面。当然，以上的划分和概括并不是绝对的。其实，科学知识的普及以及专业化的提升，这对看似相互矛盾的趋势，一直贯穿于 19 世纪英美物理教科书的发展演变中。当然，教科书的演变是一个复杂的过程，不仅牵涉物理学自身的发展，还受到外在因素的制约和影响。比如科学教育在 19 世纪成为教育的重点，教学大纲的编写，印刷和制图业的蓬勃发展等等。总体看来，英美世界的物理教科书当然有其独特的演变轨迹，但同时也融合和借鉴了外来的新元素。

参考文献

1. Josep Simon. Secondary Matters: Textbooks and the Making of Physics in Nineteenth-Century France and England [J]. *History of Science*, September 1, 2012: 339-375.
2. John Alfred. *The evolution of American secondary school textbooks: rhetoric & literature, algebra, geometry, natural history (zoology), botany, natural philosophy (physics), chemistry, Latin and Greek, French, German & world history as taught in American Latin grammar school academies and early high schools before 1900* [M]. Charles E. Tuttle Company; First Edition edition, 1966.
3. John Webster. *Elements of natural philosophy* [M]. Philadelphia, B. and T. Kite, Fry and Kammerer, printers, 1808.
4. William Enfield. *Institutes of Natural Philosophy, Theoretical and Practical (Second American Edition)* [M]. Boston: Published by Thomas & Andrews. 1811.
5. M. Susan Lindee. The American Career of Jane Marcet's Conversations on Chemistry, 1806-1853[J]. *Isis*, Vol. 1991, 82, (1):8-23.
6. Jane Marcet. *Conversations on Natural Philosophy, in which the Elements of that Science are Familiarly Explained* [M]. London: Printed for Longman, Hurst, Rees, Ormb, and Brown,

Paternoster-Row, 1819.

7. John Lee Comstock. *A System of Natural Philosophy: In which the Principles of Mechanics, Hydrostatics, Hydraulics*[M]. Published by Robinson , Pratt, & Co. 1847.
8. Denison Olmsted. *A compendium of Natural Philosophy, Adapted to the use of the General Reader and of Schools and Academies* [M]. New Haven: Published and Sold by Hezekiah Howe & Co, 1833.
9. Denison Olmsted. *An Introduction to Natural Philosophy: Designed as a Text Book for the Use of the Students in Yale College* [M]. New York:Collins, Keese & Co, 1840.
10. Denison Olmsted. *A compendium of Natural Philosophy, Adapted to the use of the General Reader and of Schools and Academies* [M]. New York: Clark, Austin & Smith, 1858.
11. John W. Draper . *A Text-Book on Natural Philosophy, for the Use of Schools and Colleges* [M]. New York: Harper & Brothers, Publishers, 82 Cliff Street. 1847.
12. Golding Bird. *Elements of Natural Philosophy, to the Study of the Physical Sciences* [M]. London: Hohn Churchill, Princes Street, Soho. 1848.
13. Peter M. Harman-*Energy, Force and Matter, The Conceptual Development of Nineteenth-Century Physics* [M]. Cambridge History of Science, 2005.
14. J. Lovering. Elementary Works on Physical Science [J]. *The North American Review*, April, 1851: 358–395.
15. D. P. Newton. A French Influence on nineteenth and twentieth-century physics teaching in English secondary schools [J]. *History of Education*, 1983, 12: 191–201.
16. Josep Simon, Pedro Llovera. Between teaching and research: Adolphe Ganot and the definition of electrostatics (1851-1881) [J]. *Journal of Electrostatics*. 2009, 67: 536-541.
17. Richard G. Parker. *A School Compendium of Natural Experimental Philosophy of Natural and Experimental Philosophy* [M]. New York: A.S. Barnes & Co. 1850.
18. Richard G. Parker. *A School Compendium of Natural and Experimental Philosophy* [M]. A.S. Barnes & Co.1852.
19. David A.Wells. *First Principles of Physical Science, a familiar Explanation of the First Principles of Physical Science* [M]. New York: Ivison & Phinney, 321 Broadway. 1857.
20. David A.Wells. *Wells's Natural Philosophy, for the Use of Schools, Academies, and Private Students* [M]. New York: Ivison & Phinney, 321 Broadway. 1858.
21. William G. Peck. *Elements of Mechanics, for the use of Colleges, Academies, and High Schools* [M]. New York and Chicago: A.S. Barnes & Company. 1872.
22. Joel Steele. *Fourteen Weeks in Natural Philosophy* [M]. New York and Chicago A.S. Barnes

&Company. 1871.

23. John Bernhard Stallo. *The Concepts and Theories of Modern Physics* [M]. D. Appleton and company, 1888.

24. Norton A. Sidney. *The elements of physics: a textbook for academies and common schools* [M]. Cincinnati, New York, Van Antwerp, Bragg & co, 1875.

25. Elroy M. Avery. *Elements of Natural Philosophy, a Text-book for high Schools and Academies* [M]. New York and Chicago: Sheldon and Company. 1878.

26. Elroy M. Avery. *First Principles of Natural Philosophy, a Text-book for common Schools* [M]. New York, Cincinnati, Chicago: American Book Company. 1884.

27. Alfred P. Gage. *A Textbook on the Elements of Physics, for high Schools and Academies* [M]. Boston: Ginn & Company. 1890.

28. Alfred P. Gage. *Physical Laboratory Manual and Note Book* [M]. Boston: Ginn & Company. 1897.

29. Alfred P. Gage. *Physical laboratory manual and note book, including more than two hundred experiments and exercises, and especially adapted to accompany the author's text-books on physics* [M]. Ada, Ohio, The University herald press, 1898.

30. Alfred P. Gage *Principles of Physics* [M]. Boston and London: Ginn & Company, 1895.

31. John Fryer. *The Educational Directory for China* [M]. Shanghai . The American Presbyterian Mission Press, 1895.

32. Shank L. Paul. *The Evolution of Natural Philosophy (Physics) Textbooks used in American Secondary Schools Before 1880*[D]. Unpublished doctoral dissertation, University of Pittsburgh, 1951.

From Natural Philosophy to Physics: the Change of the name and reality of English and American
physics textbooks during the 19th Century

Wang Guangchao

University of Chinese Academy of Sciences, 100049

Abstract: Physics, as an independent discipline, was formed in the 19th century and originally differentiated from natural philosophy. With the formation of the physics community, the 19th century physics textbooks are experiencing the golden age of their development. These books played an important role in cultivating new generations and disseminating scientific knowledge. This article attempts to examine the evolution of the names of English and American physics textbooks. Most of the English and American physics textbooks in the early 19th century were titled "Natural Philosophy". After the 1870s, "physics" replaced "natural philosophy" in general and became the general name for English and American physics textbooks. Correspondingly, the names, knowledge structures, experimental proportions, and educational aids of various branches of physics have changed significantly. This article attempt to analyze the various manifestations of the transformation of physics textbook names and the reasons for these changes.

Keywords: Natural Philosophy, Physics, English and American, Textbook