

教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会

机械工业出版社

共同举办

教育部南开大学外国教材中心

2010年

国外大学物理教学与教材研讨会

会议论文集

会议论文集专家编审委员会 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



最新版本《西尔斯大学物理学》教材的特点

马世红

(复旦大学物理学系 上海 200433)

本文首先对《西尔斯大学物理学》教材的编译历史进行了简介,接着分析了该教材最新版本(第12版)一书的结构体系、教学内容、课程大纲、插图、例题与习题、教学资源等几个方面的特色。

关键词: 大学物理 教科书 教学改革 特点

物理学是自然学科中最重要、最活跃的带头学科之一。可以非常明确地说,掌握普通物理学知识是学好其他自然学科和工程技术的基础。进入20世纪80年代中期、特别是90年代以后,美国以及欧洲发达国家对理工科的本科教育进行了深刻反思,陆续出台了一系列研究报告,如美国自然科学基金会(NSF)的本科教育主管部门在80年代中期发表的《构建未来:对理工科本科教育的期望》、卡内基教育促进会的研究型大学本科教育全国委员会发表的《重建本科教育:美国研究型大学行动计划》以及英国物理学会在2001年发表的《物理:构建充满希望的未来(探究本科物理教育的报告)》等。这些报告纷纷呼吁重视理工科的本科教育,掀起了一股大学物理教学改革的浪潮。物理教学改革包括教学文本和教学方式的改革等,而文本作为基础起着决定性的作用。作为教学文本的教材既是教学内容的载体,也能够集中体现教学内容的改革成果,正由于此,研究国外的物理教科书,对我们从中吸取经验、编写出适合中国国情和特色的物理教科书有很重要的现实意义和长远效应。

美国物理教育界领军人物西尔斯(F. W. Sears)和泽曼斯基(M. W. Zemansky)编写的《大学物理学》(University Physics,以下简称西书)是美国大学物理的经典教材之一。西书作者既重视教材(教学内容),同时又重视教学方式,体现为在教学中提倡站在学生的角度探究式地展开深入讨论,对物理概念、物理原理的讲解要透彻,对解题能力的培养要到位,并在教材的版面设计上作出了有针对性的安排。这些探索成果对促进学生自主学习产生了较大影响。

本文首先对西书的编译历史作简要介绍,然后对这套教材第12版(扩展版)的结构体系、教材内容、课程大纲、插图、例题与习题以及教学资源等方面的特点加以探讨和分析,并提出笔者的几点思考。

一、教材的编译概况

西书的第1版于1949年正式出版发行。随后分别于1955年(Second)、1964年(Third)、1970年(Fourth)、1976年(Fifth)、1982年(Sixth)、1987年(Seventh)、1992年(Eighth)、1996年(Ninth)等多次再版,并于2008年推出其最新版本——第12版^[1]。

西书第12版的主要作者 H. D. Young 自1973年始成为 Sears 和 Zemansky 的合作者, 参加第5版编写。在前两位作者相继逝世后, 从第8版起, 由 H. D. Young 单独署名。另外两位作者 R. A. Freedman 与 A. L. Ford 分别自第10版(2000年)、第11版^[2](2004年)参加编写工作。从时间上来看, 西书前50年期间的修订周期平均为5年, 而最近10年期间的版本修订周期则缩短为4年, 这从一个侧面说明: 近年来, 由于世界科学技术的进步与发展, 尤其是涉及物理学的交叉学科的迅速成长, 促使美国主流教材的编者缩短了教材的修订周期, 以期在新版本的教材中能够反映出这方面的最新进展。

1950年西书第1版就以《西尔斯物理学》之名被杨肇熾教授翻译成中文在我国出版发行^[3]。当时, 该书就受到我国的大学物理教师的关注并作为教学参考书, 在大学物理教学中产生了相当大的影响, 以至于我国从事物理教学的教师所编撰的大学物理学教材中的一些讲法和习题都渊源于该书。人民教育出版社于1979年和1980年以《大学物理学》之名(分四册, 分别由郭泰运教授和恽瑛教授翻译)出版了西书第5版的翻译教材^[4], 以及相应的四册教师用书(习题解答)^[5]。科学技术文献出版社于1984年出版了西书第6版的配套教材《Sears 大学物理解题指南》(由蔡峰怡等译)^[6], 随后高等教育出版社于1986年出版了西书第6版的教材《大学物理学》(附册, 思考题)(由金泽宸等译)^[7]。进入新世纪后, 机械工业出版社于2003年影印出版了西书第10版^[8], 接着于2009年改编出版了西书第11版^[9]。因此, 这些影印版和改编版被我国一些高校选作物理双语课本, 获得了师生的好评^[8-9]。

与此同时, 我国台湾的晓园出版社有限公司于1989年以《大学物理学》之名(上、下册, 由曹培熙翻译)出版了西书第

5版本的翻译教材, 以及西书第6版的配套教材《大学物理学精要》(上、下册, 由黄立天翻译。该版详解的内容除了在顺序上略有调整外, 还增添了一些章节。为了方便使用该社第5版翻译本之读者, 特在书中每题均列出第5版习题题号并注明完全相同(同), 或类似相同(类), 使读者不论是使用哪一版课本, 均能参考本题解, 发挥其最大功用)。另外, 该社于1988年和1989年还出版了西书第7版的配套教材《大学物理学精要: 问题与习题详解》(上、下册, 由台湾大学的刘威志、游信胜、陈芳祝编译著。世界图书出版公司于1992年北京重印)。由于它们特色鲜明、角度新颖、讲解详尽、讨论深入, 加之行文流畅, 代表了当前英语科技文献的流行风格, 因此成为海峡两岸学生学习英文科技写作的极好范本。

半个多世纪以来, 西书的新老作者们辛勤耕耘, 认真负责, 对教材作了不断改进和充实。他们继承与完善了西书的导学式理念, 使西书不仅在美国、而且在其他许多国家或地区影响了一代又一代的大学师生, 至今仍是国际上发行量最大的主流教材之一。基于此可以说明: 西书是美国几代物理教育专家在长达半个多世纪中对物理学教学进行探索与改革的产物。

二、教材的特色分析

1. 经典为重的结构体系

从篇幅上看, 西书共有44章, 依次为: 力学(1~14章), 占31.34%(篇幅比例, 下同); 波与声学(15~16章), 占5.35%; 热力学(17~20章), 占8.96%; 电磁学(21~32章), 占26.56%; 光学(33~36章), 占9.48%; 近代物理(37~44章), 占18.31%。上述数据表明: 经典物理比例约占82%, 仍是这套教材的“重头戏”, 然而近代物理所占的比例接近热力学与光学之

除了开篇问题之外，西书的每章还用“学习目标 (Learning Goals)”这一提问的形式来介绍该章的主要内容。

教学内容贴近生活、贴近社会是西书的特色之一。一门基础课程，倘若能使学生认识到该课程的实用性，明白其来源于实实在在的生活，与日常生活和生产密切相关，这本身就是一项巨大的成功。

3. 随机应变的课程大纲

西书作为一门精深课程的教科书，适用于多种课程大纲的教学，全书可集中在三个学期 (semester) 或五个小学期 (quarter) 教完。然而，大多数的教师将会发现：鉴于教学时间所限，如果作为一学年的教学课程，西书中的全部教学资料就显得实在太多了。不过没有关系，对于要求较低的教学课程，教师可以根据各自的需求或授课的对象删去某些章节。西书的独特编排形式，为这种灵活性提供了极大的方便。例如，关于流体力学、声与听觉、电磁波、相对论、光学仪器等章节，可以全部或部分删除，而不会影响该教材的连贯性。

总之，西书的编排及布局便于教师灵活地选用，无须刻板地按照教材顺序进行课堂教学。当然，许多章节本来就存在着连贯性，但是就在这种连贯性的一般限制内，教师也是可以大胆地选择适合自己需要的那些章节，而删去与某一特定课程目的无关的那些教学内容。

4. 引入胜的亲切语言

西书的每一章都以一个自然或生活中的物理现象开篇，并提示对该物理现象的释疑就在这一章节之中。这些现象宛如一个个谜团，吸引着学生运用本章知识去揭开谜底。例如第36章“衍射”的开篇问题如下（见图1）：“用于阅读CD光盘激光器的波长值为780nm，然而用于阅读DVD光盘的则为650nm。众所周知，后者的信息存储量比前者高得多，那么这是如何做到的呢？”

和，可见西书还是将近代物理摆在一个相对较高的位置的，而不仅仅是一个“收尾”。

从内容与难度上看，西书从比较基本的“单位、物理量和矢量”开始，接下来第2章“直线运动”中就引入微积分，并在第3章讨论“二维和三维问题”，其内容与我国教材基本一致，难度大致相当。

从教材的知识点上，也与我国教材基本相同，例如第20章“热力学第二定律”包含以下几节内容：(1) 热力学过程的方向；(2) 热机；(3) 内燃机；(4) 制冷机；(5) 热力学第二定律；(6) 卡诺循环；(7) 熵；(8) 熵的微观解释。众所周知，好的教材应与本国或地区的教育实际相适应，西书也不例外，其中有些知识点，如力学中关于重力的详细介绍、电磁学中简单电路的电势差计算、光学中几何光学等，在中国属于高中物理的范畴，当然，笔者认为西书的这种编排与美国的中学物理教育水平是相衔接的。

总之，教材的结构重经典，在篇幅、内容和难度上都充分体现了这一点。

2. 贴近生活的教材内容^[10]

西书致力于将大自然及人类生活生产中的相关物理知识介绍给学生，每章的开篇问题 (Opening question) 选择的都是一个鲜活而富有启迪性的实例，正文和习题中也有许多取材于学生感兴趣的现实例子。这些例子或是熟知的日常生活现象，或是高端的工程技术，或是生命科学、地球与空间科学以及环境科学的问题，内容涉及自然现象（如雨后的彩虹等）、体育（如美式足球运动等）、医学（如核磁共振成像等）、军事（如喷气式飞机机翼产生的冲击波等）等许多领域，学生通过学习既能了解自然的奥妙，同时又能知道在一些危险时刻怎样采取自我保护措施，更能懂得如何提高效率以及了解最新的工程技术等等。

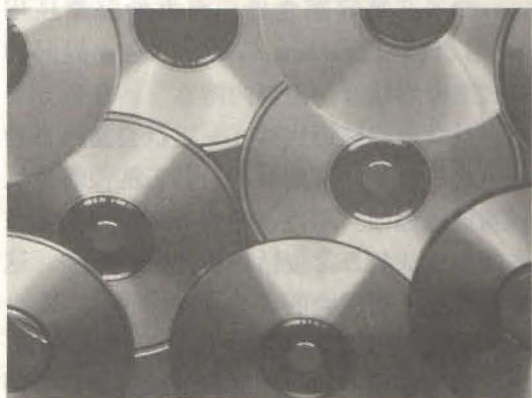


图1 CD和DVD光盘

西书的行文多为谈话式、探讨式。作者将读者视为与之面对面的听众，似乎是课堂中与学生一起交流的教师，对于情境的设置、问题的分析、公式的推导、原理的阐述都详细地娓娓道来，新颖而流畅，极富亲切感，对学生有亲和力，容易与学生产生共鸣，体现了教材要为学生服务的理念。例如在西书中随处可见“我们”，“让我们”，“你”，“换句话说”，“总之”，“我们得到”，“这个公式告诉我们”等等非常亲切而口语化的用词，这无疑有利于引导学生仔细地阅读。

5. 翔实生动的实物插图

西书中的插图翔实而又生动，每章的开篇问题均配有精美的图片，正文与习题中也有许多生动的图片，尤其值得一提的是其中许多图片是实物实景，这样的图片既自然又真实，更容易吸引学生的“眼球”。例如，在第10章中讲述“角动量守恒定律”时，相应的插图是一只家猫不慎从高空跌落过程中的系列照片（见图2），照片清晰地展示出为了最大限度地减小受伤程度（如折断的骨骼数目或死亡的可能性），家猫是怎样向不同方向旋转其身体的不同部位，以最终保证四只脚首先触地的。该照片采用了延时曝光技术，将家猫的下落过程连贯地呈现出来，这样的插图比教师在课堂上仅仅口头描述这个过程更能使学生信服，达到无声胜有

声的效果。又如，第39章中讲述“粒子的波动性”时，教材给出一幅蝙蝠式苍蝇的脚足侧视图（见图3），从图中可以清晰地分辨出脚足上的精细毛茸，并就此提出问题：这张照片是用电子束而不是用光束拍摄的，那么，它利用了电子束的什么特性而导

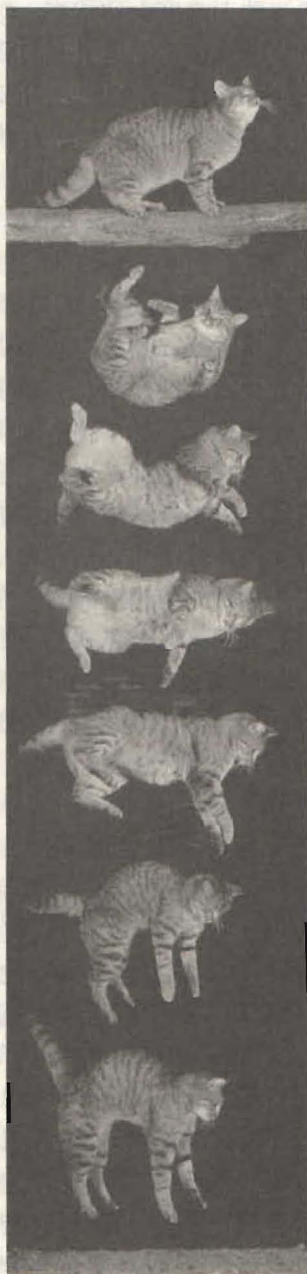


图2 高空跌落的家猫

致照片有如此之高的分辨率呢？这样一个图文并茂的物理问题，势必会提高学生的学习兴趣和学习积极性。

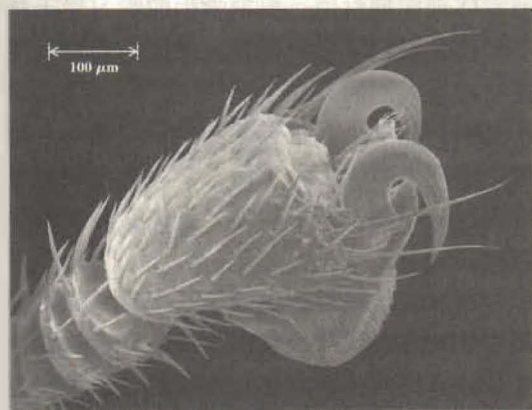


图3 蝙蝠式苍蝇的脚足侧视图

此外，即使西书中有的插图不是实物图，也采用色彩的灰度变化来体现物体的立体感，尽量使图画逼真。同时，每张实物插图都在西书的附录中给出其来源，不仅证实了它们的真实性，也便于阅读者查找相关图片。

6. 精心安排的例题习题

西书每章由一个开篇问题引导，每节由一道理解检测题 (Test your understanding question) 收尾，便于学生阅读时自测，引导学生深入思考、探究。其答案都列于每章之末，以供核对。与此同时，在课文的适当处以 Caution 为标志，明确地指出学生中常犯的通病和易产生的误解，以警醒读者规避。这样的编排无疑是有助于提升学生的读书兴趣和学习效果的。

西书很重视培养学生的解题能力，注重传授解题技巧。除配有大量例题之外，西书不仅用插图清楚地显示题意，而且编者将解题的思路与步骤概括为审题 (identify)、破题 (set up)、求解 (execute) 与评价 (evaluate) 四个环节。首先审定该问题涉及的物理原理、概念，确定待求的目标变量；其次

列出相应的方程或方程组，明确哪些是已知量、哪些是待求的未知量；再次完成数学运算，得出结果；最后根据物理背景要求，评价结果的合理性、有效性。其亮点在于，全书将各种物理问题分门别类，以解题策略 (Problem-Solving Strategy) 为标志列出某一类问题的审题思路、破题入口，求解的步骤及技巧，并在其后附以该类问题的若干示范例题，供学生揣摩、领会。

西书的课文中每则解题技巧与每道例题都按上述四个环节逐步讨论，并借用首字母缩略词将这种解题方略称为 ISEE 方法。H. D. Young 认为持之以恒地按照 ISEE 训练，有利于学生养成思维清晰、条理分明、表述规范的良好解题习惯，能使学生从面对习题不知所措过渡为训练有素、按部就班解题，从而减少失误，树立信心。ISEE 方法受到使用西书师生的普遍欢迎，也得到物理教学法研究人员的好评。

西书中的习题难度层次分明。书中的习题分别以练习 (Exercises)、习题 (Problems) 和难题 (Challenge Problems) 标明难度层次，共分为三个层次，其中第一个层次的题目很多只需直接将数据代入公式，帮助学生明确概念，增加解题信心，比例约为 52%；第二层次的题目需要学生具有一定的理解与解题能力，所占比例约为 40%；第三层次的习题难度相当于我们习题的中等偏上难度，但其分量只有 8% 左右。习题的内容注重应用性，可以大致分为生活中的物理、体育中的物理、生命中的物理等，而且注重定性和半定量计算。由于题目所涉及的内容都是发生在我们身边的事，学生在解题过程中，可以更深刻地体会到物理不只是抽象的、深奥难懂的，它也可以是具体的、并且和我们的实际生活紧密相联的。

总之，西书中无论是例题还是习题均精心设置，从题目内容、题目难度、解题方法与技巧方面全面考虑、总体布局，值得国内

的同行借鉴与学习。

7. 丰富多样的教学资源

西书配备了丰富的辅助材料, 这些辅助材料可以分为教师教学使用材料和学生自学自测材料两大类。

提供给教师的辅助材料有: (1) 教师题解手册; (2) 教师(教学)用 CD 资料(Media Manager); (3) 网上课程管理系统(www.masteringphysics.com); (4) 5 篇好的经验: 成功的物理教学策略; (5) 200 多幅彩色的插图; (6) 2000 多个多项选择题的题库; (7) 计算机在线测试题库。

提供给学生的辅助材料有: (1) 学生的学习手册; (2) 学生题解手册; (3) 学生的学习网站(www.masteringphysics.com); (4) 交互学习软件(ActivPhysics OnLine); (5) 装订成册的交互学习作业本(有 2 卷); (6) 学习辅导网站(www.aw.com/tutorcenter)。

上述这些教学资源为教师和学生提供了很好的支持与帮助, 如: MasteringPhysics 作为全球使用最广泛的物理学在线教学系统, 它能够节约教师批改作业的时间, 能够给教师提供前所未有的对班级整体学习的观察, 并且给学生提供无与伦比的个性化在线辅导, 针对学生的错误给予即时反馈, 并且提供解决多步骤难题的技巧和提示, 让学生学会批判性思考。

三、几点启发和反思

首先, 从教材的编写理念来看, 教科书是教学内容的载体, 是学生学习和教师讲授的基本依据, 因此, 编写教材时应牢固树立为学生服务的意识, 以学生为中心, 激发学生的学习兴趣, 努力做到让学生对教材爱不释手、乐于接受。

其次, 从教材的结构体系来看, 教科书的结构体系和知识内容必须满足完备性, 然而在具体的教学过程中可以不过分强调体系

的完整性, 在一定程度上可以有所跳跃。

接着, 从教材的内容实用来看, 教科书的内容要贴近生活与社会, 要把知识的应用要素体现在教材中, 要把学生的学习置于核心地位, 要给学生以创新思维上的启发, 要把物理与人们的日常生活和生产实际紧密联系起来, 让学生真正感觉到生活中处处有物理, 物理来源于实际生活, 学习物理知识很有用, 进而激发学习动力, 提高实际能力和素质。

再次, 从教材的内容更新来看, 教科书还应该加强近代与经典内容的融合, 这就需要从较高的视角来阐述经典内容并注重介绍经典物理知识在高新科学技术中的应用, 使物理既有“理”、又有“物”, 让学生感觉到 17 世纪建立起来的经典物理在 21 世纪仍然能够焕发出勃勃生机。

最后, 从教材的内容呈现方式来看, 教科书还应该反映出电子化和智能化的特点。例如, 利用多媒体技术使教科书中的知识内容活化, 编写出集文本、图像、语音、动画为一体的电子教材。这样, 不仅能够改变教科书单一的图书形态, 而且还能适应目前青少年的阅读心理和欣赏习惯。

总之, 它山之石, 可以攻玉。在继续保持我国所编著的教材中得到教师和学生肯定之处的基础上, 这部最新版本美国教材的编写理念和做法为我们提供了很好的借鉴, 对推动我国物理教材的编写无疑是有相当裨益的。

致 谢

复旦大学物理学系金晓峰教授从美国访问归来, 购买的有关教科书为本文的研究提供了第一手的素材, 特此致谢。同时, 感谢培生教育出版集团(上海)办事处黄晓燕女士所提供的相关电子资料。

参考文献

- [1] Hugh D young, Roger A Freedman, A Lewis Ford. Sears and Zemansky's University Physics with Modern Physics [M]. 12th ed. San Francisco: Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley, 2008.
- [2] Hugh D young, Roger A Freedman, A Lewis Ford. Sears and Zemansky's University Physics with Modern Physics [M]. 11th ed. San Francisco: Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley, 2004.
- [3] 王延锋. 我国早期大学对物理教材的编译概况 [J]. 大学物理, 2003, 22 (10): 34-37.
- [4] F W Sears. 大学物理学 [M]. 郭泰运, 恽瑛, 等译. 北京: 人民教育出版社, 1979.
- [5] F W Sears. 大学物理学学习题解答 [M]. 徐德, 刘聚成, 叶善专, 周永平, 等译. 北京: 人民教育出版社, 1979.
- [6] A L Ford. Sears 大学物理解题指南 [M]. 蔡峰怡, 等译. 北京: 科学技术文献出版社, 1984.
- [7] F W Sears. 大学物理学 (附册, 思考题) [M]. 金泽宸, 等译. 北京: 高等教育出版社, 1986.
- [8] Hugh D young, Roger A. Freedman. Sears and Zemansky's University Physics [M]. 10th ed. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [9] 吴方平, 吴王杰, 王慧. 《物理学基础》浅析 [C] //2007 年全国高等学校物理基础课程教育学术研讨会论文集. 杭州, 2007: 119-121.
- [10] 教育部高等学校物理学类专业教学指导分委员会. 物理学科教育改革研究报告 [J]. 中国大学教学, 2005, 4: 4-7.
- [11] 戴雄英, 李文斌, 高永毅. 中美大学物理教材的对比研究 [J]. 理工高教研究, 2005, 24 (6): 45-47.

雨中行走——看美国的案例教学

舒小林, 陈子瑜, 金硕, 王金良

(北京航空航天大学物理科学与核能工程学院 北京 100191)

案例教学能激发学生学习的积极性, 培养学生团结协作精神, 提高学生分析和解决实际问题的能力。本文以雨中行走淋雨最少的实际问题为例, 提出假设, 抽象出物理概念, 分析物理量之间的关系, 提出解决问题的最佳策略, 为工科大学物理课程中开展案例教学打下基础。

关键词: 大学物理学 教学案例 雨中行走

案例教学法自 1921 年美国哈佛商学院倡导用于管理教育以来, 已被广泛应用到许多学科的教学。它不同于传统教学教师讲授、学生被动学习的形式。这种方法是教师和学生共同参与教学的过程, 教师作为指导和推动者引导案例教学, 学生是案例教学的

具体参与者。教学案例常以社会或身边发生的自然现象或事例为案例, 学生运用抽象、归纳和近似等各种方法, 提出问题, 设定描述事例的物理量, 建立模型, 应用所学的物理知识和数学工具求解, 最后对求解的结果进行讨论。在案例教学过程中, 鼓励学生组