



教材与书评

中外大学物理优秀教材内容比较研究

张琦玮 马天魁 赵阳

(高等教育出版社 北京 100029)

(收稿日期:2022-03-16)

摘要:为进一步提高我国出版的大学物理教材的品质和内容,使教材更好地与国际接轨,本研究对中外几本知名大学物理教材进行了对比研究,主要从物理概念阐述风格、内容等方面进行了详细的比较与分析,研究发现国内外教材各具优势和不足,可作为我国大学物理教材建设中的参考和借鉴。

关键词:大学物理 比较 教材

1 引言

大学物理是面向低年级大学生的公共基础课,教材作为学科知识的载体,起着至关重要的作用。优秀的教材不仅为学生提供知识与信息,同时也为学生打开一道通往物理世界的大门,让学生掌握探寻科学世界的方法,提高学生的科学素养。为助力教学,教材的编写既要合理地安排知识内容,更应该适应低年级大学生的特点,具有较好的可读性和实用性。

在我国高等教育发展中,教育主管部门对教材建设给予了相当的重视,大学物理教材建设取得了显著的成果,在讲授内容的广度、深度等方面有了较大的改善。

我国现行大学物理教材体系仍一定程度上沿袭苏联教材的体系,与欧美采用的大学物理教材存在较大不同。不同的文化背景与思维方式导致了中外大学物理教材在知识的内容与结构、表达方式、信息选择等诸多方面都存在差别;这些差别同时也为我国的大学物理教材建设提供了参考与借鉴。

2 国内外大学物理教材概况

在我国,物理教材的编写是围绕物理课程教学的基本要求开展的。在教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会编制的《理工科类大学物理课

程教学基本要求》(2010年版)(下文中简称《基本要求》)中,教学内容主要分为力学、振动与波、热学、电磁学、光学、狭义相对论力学基础和量子物理基础和分子与固体、核物理与粒子物理、天体物理与宇宙学及其现代科学与高新技术的物理基础专题几个方面。可以看出《基本要求》在内容方面对现代物理方面更加重视。

我们选用4套教材作为研究对象,具体情况如下。

因马文蔚等主编的《物理学》(第7版)和张三慧主编的《大学物理学》(第4版)为首届全国教材建设奖获奖教材中获奖的两套大学物理教材,分别出版于2019年和2017年,版次较新,且这两套教材适用面广、使用学生多,所以中文教材选择这两套教材作为研究对象。哈里德等主编的《Principles of Physics》(9th edition)、西尔斯等主编的《University Physics with Modern Physics》(15th edition)均为风靡多年的国外优秀大学物理教材,均于21世纪初引入国内,在我国深受也为从事大学物理教学的教师所熟知和喜爱,所以外文教材选择这两套教材作为研究对象。

3 教材结构比较

本研究所选国内教材均为上下两册,国外教材为全一册。表1所列为所选教材章节目录及附录内容。

表1 各版本教材章节目录

版本	马文蔚版	张三慧版	哈里德版	西尔斯版
目 录	1. 质点运动学	1. 质点运动学	1. 测量	1. 单位、物理量和 矢量
	2. 牛顿运动定律	2. 运动与力	2. 直线运动	2. 直线运动
	3. 动量守恒定律和能量守恒 定律	3. 动量与角动量	3. 矢量	3. 二维和三维运动
	4. 刚体转动和流体	4. 功和能	4. 平面运动	4. 牛顿运动定律
	5. 静电场	5. 刚体的转动	5. 运动和力(一)	5. 牛顿运动定律的 应用
	6. 静电场中的导体和电介质	6. 振动	6. 运动和力(二)	6. 功和动能
	7. 恒定磁场	7. 波动	7. 动能和功	7. 势能与能量守恒
	8. 电磁感应 电磁场	8. 狭义相对论基础	8. 势能与能量守恒	8. 动量、冲量和碰撞
	9. 振动	9. 温度和气体动 理论	9. 质心和动量	9. 刚体转动
	10. 波动	10. 热力学第一定律	10. 转动	10. 转动动力学
	11. 光学	11. 热力学第二定律	11. 转矩和角动量	11. 平衡与弹性
	12. 气体动理论	12. 静电场	12. 平衡与弹性	12. 流体力学
	13. 热力学基础	13. 电势	13. 万有引力	13. 万有引力
	14. 相对论	14. 静电场中的导体	14. 流体	14. 周期运动
	15. 量子物理	15. 静电场中的电 介质	15. 振动	15. 机械波
	16. 原子核与粒子物理简介	16. 恒定电流	16. 波动(一)	16. 声音与听觉
	17. 磁场和它的源	17. 波动(二)	17. 温度和热量	
	18. 磁力	18. 温度 热量 热力学第 一定律	18. 物质的热性质	
	19. 磁场中的磁介质	19. 气体动理论	19. 热力学第一定律	
	20. 电磁感应	20. 熵 热力学第二定律	20. 热力学第二定律	
	21. 麦克斯韦方程组 和电磁辐射	21. 电荷	21. 电荷与电场	
	22. 光的干涉	22. 电场	22. 高斯定理	
	23. 光的衍射	23. 高斯定理	23. 电势	
	24. 光的偏振	24. 电势	24. 电容和电介质	
	25. 几何光学	25. 电容	25. 电流、电阻和电 动势	
	26. 波粒二象性	26. 电流 电阻	26. 直流电器	
	27. 薛定谔方程	27. 电器	27. 磁场和磁力	
	28. 原子中的电子	28. 磁场	28. 磁场的源	
	29. 固体中的电子	29. 电流产生的磁场	29. 电磁感应	
	30. 核物理	30. 感应和电感	30. 电感	
		31. 电磁振动和交变电流	31. 交变电流	

续表 1

版本	马文蔚版	张三慧版	哈里德版	西尔斯版
目录			32. 麦克斯韦方程 33. 电磁波 34. 几何光学 35. 干涉 36. 衍射 37. 相对论 38. 光子和物质波 39. 关于物质波的更多 40. 量子 41. 固体的导电性 42. 核物理 43. 原子核的能量 44. 夸克、轻子和大爆炸	32. 电磁波 33. 光的本质 33. 几何光学 35. 干涉 36. 衍射 37. 相对论 38. 光波的粒子行为 39. 粒子的波动行为 40. 量子力学 41. 原子结构 42. 分子与凝聚态物质 43. 核物理 44. 粒子物理与宇宙学
附录内容	矢量、国际单位制、常量表、希腊字母	元素周期表、常量表	国际单位制、常量表、单位换算因子、常用数学公式、元素性质、元素周期表、希腊字母	国际单位制、常用数学公式、希腊字母、元素周期表、单位换算因子、常量表、元素性质

3.1 章数

由表 1 可知,国内教材章数相对较少,马文蔚版教材共 16 章,张三慧版教材共 30 章;国外教材章数较多,哈里德版教材和西尔斯版教材均由 44 章构成.造成中外教材章数差异的可能原因如下:

(1) 国外教材章节划分会更加细致,譬如马文蔚教材中,刚体和转动相关内容为一章,而在哈里德版教材中,分为转动、转矩和角动量、平衡与弹性、流体等 4 章来讲授.

(2) 对于核心知识点(我国《基本要求》中的 A 类知识点),国内外教材覆盖面是基本一致的,对于拓展知识点(我国《基本要求》中的 B 类知识点),国内教材通常着墨不多.例如对于等离子体,马文蔚版教材多在加“*”的选学部分用小字简单提及,而张三慧版教材是在“每日物理趣闻”中加以介绍,国外教材对等离子体介绍较多,在习题中加入了相关情境题目.在国外教材中对于分子与凝聚态物质、宇宙学专门设章阐述,而国内教材基本不涉及相关内容.

3.2 附录内容

附录是教材的重要组成部分,它可以是教材内容的补充或延伸,也可以是为计算提供必要支持的

数据及公式.国内教材与国外教材均设有相应的附录.总体来讲,国内教材附录部分较国外教材更为简略,通常会提供常用物理常量表作为参考,方便学生做题时随用随查.马文蔚版教材在附录部分提供了矢量和国际单位制的简单介绍,便于基础薄弱的学生自学.国外教材附录内容更加丰富,哈里德版教材和西尔斯版教材附录内容大体一致,均包括国际单位制、常用数学公式、希腊字母、元素周期表、单位换算因子、常量表、元素性质等.值得一提的是,两套国外教材均在附录部分提供了单位换算因子查询表,以帮助学生快速完成英制和公制的转换.

4 教材的物理概念论述风格比较

(1) 国内教材:言简意赅,注重逻辑推导、数学演绎.

国内教材内容结构体系严谨,逻辑推理严密.因为国内学生在中学阶段所学习的物理内容在深度和广度上大于国外中学阶段的物理内容,所以国内教材在内容选取上避免了和高中物理知识的重复性,是在高中物理知识基础上的螺旋上升式展开,能够节省课时,但对于部分高中物理基础较为薄弱的学

生,可能存在与中学物理教材的衔接问题.国内大学物理教材体现的思维方式和运算方式明显和高中不同,注重微积分的运用和矢量计算.国内教材较偏重于运用逻辑、数学演绎及数学表达去揭示物理学中所蕴含的物理规律、概念的物理意义,能较好地体现理论的严谨性,能帮助学生按部就班地建立知识体系.但国内教材在概念论述方式上也存在弊端,如国内教材偏重于运用数学逻辑演绎方法去阐述问题,比较抽象,容易使学生产生畏难情绪.在目前的国内优秀大学物理教材中,作者十分重视理论与实践的结合,学生很难将所学的物理定理、定律与实际生活经验联系起来,不利于学生思维模型的建立.此外,对于当前以物理学为基础的新技术、新科技应用的介绍较少,专业性不强.

(2) 国外教材:篇幅较长、铺垫较多,多从日常生活实例或前沿科技出发,以归纳、类比的逻辑方式引入物理概念和规律.

国外教材不过多依赖数学推导、逻辑演绎过程,注重从日常生活实例或前沿科技出发,以归纳或类比的方式引入物理概念和规律,突出物理过程的推理和分析,强调对物理概念和规律的理解和对物理意义的阐述.在哈里德版教材中多次用类比法阐明不同物理规律和物理概念间的相互关系,从而加深学生对物理本质的理解.例如,将弹簧振子与LC电路类比,将声学共振腔与电磁共振腔类比.

国外教材能处处体现物理既来源于生活又应用于生活的特色.例如,在西尔斯版教材中,讲到电磁感应定律的应用时,介绍了电吉他工作原理;在讲静电的应用时,介绍了静电集尘器的工作原理及其在工业上的应用;在学习理想气体状态方程时,分析了在摇晃香槟酒瓶后打开瓶塞,香槟酒会喷出瓶口的物理原理.这些都会有助于学生将所学理论与生产、生活实际紧密相连,学会运用学过的物理理论去探索生活中的奥妙,从而唤起学生学习物理的兴趣.

5 教材内容比较

5.1 各部分所占篇幅

篇幅一定程度上可以说明教材阐述的细致程度及内容的丰富程度,从而体现相关知识的重要程度.大部分大学物理教材内容是按照力学、热学、电磁学、光学和近代物理几个部分划分知识内容的,本研究选用的4套教材皆是如此.本研究中,将振动和波

动划入力学部分,将相对论划入近代物理部分,可得4套教材中力学、热学、电磁学、光学、近代物理各部分的页数及所占比例如表2所示.

表2 4套教材中各模块的页数及占比

模块	项目	马文蔚版	张三慧版	哈里德版	西尔斯版
力学	页数	253	237	475	540
	所占比例/%	32	27	38	35
热学	页数	96	110	85	137
	所占比例/%	12	13	7	9
电磁学	页数	204	222	363	398
	所占比例/%	26	26	29	26
光学	页数	89	106	98	140
	所占比例/%	11	12	8	9
近代物理	页数	157	187	226	308
	所占比例/%	20	22	18	20
总页数		799	862	1 247	1 524

由表2可知,国外教材比国内教材篇幅更长,尤其是力学部分内容所用的篇幅、所占的比例显著高于国内教材.造成国内教材篇幅短于国外教材的因素有很多,包括:

(1) 教材的物理概念论述风格不同,我国通常采用的是苏联教材的风格,重推导.国外教材重归纳、重演绎,所以篇幅较长.

(2) 国内高校大学物理课程的学时数不足,很多高校学时数已不足100,无法完成过多教学内容.

(3) 国内高中生有一定的物理和数学基础,因此国内教材在讲授力学、电磁学、几何光学相关知识时,起点较高.

上文已提及,国内教材通常根据《基本要求》编写,在《基本要求》中规定了各部分内容的建议课时数,详细数据如表3所示.

表3 各部分内容的建议课时数

模块	核心内容建议课时数	所占比例/%
力学	28	22
热力学	14	11
电磁学	40	32
光学	18	14
近代物理	26	22

将《基本要求》中规定的各部分的建议课时数

与两套国内教材各部分所占篇幅比例进行比较,可以发现,教材中力学部分所占比例比《基本要求》中规定的高,电磁学部分所占比例比《基本要求》中规定的低,其他部分所占比例与《基本要求》大致相符.造成以上情况的可能原因为:

(1) 因学生的物理知识和数学基础存在差异,在教授力学部分内容时会降低对数学基础的要求,以归纳的逻辑方式引入物理概念和规律.

(2) 力学部分与学生日常生活联系更为紧密,教材编写时增加了大量日常生活实例或前沿科技相关内容.

(3) 两套国内教材都适用于理工科类学生,对于《基本要求》中力学部分的拓展知识点讲解更为详细.

(4) 国外教材的编写理念是加强物理学各分支均适用的定律和概念,借以揭示物理学的统一性,所以会详细介绍守恒定律(能量守恒、动量守恒、角动量守恒等)、波动概念、场的概念,相关章节篇幅较长.

5.2 教材广度

下面比较国内外教材的广度.因两套国内教材均根据《基本要求》编写,体系基本相同,两套国外教材虽然内容所归属章节不同,但是包含的内容基本一致,所以下面以哈里德版教材和马文蔚版教材为例展开比较研究.因本研究篇幅有限,仅对力学和电磁学部分进行研究.

5.2.1 力学部分广度研究

两套教材的力学部分主要内容如表4所示.

表4 马文蔚版教材和哈里德版教材力学部分主要内容比较

版本	马文蔚版	哈里德版
主要内容	× 矢量	测量 ×
	质点运动学	平面运动 直线运动
	牛顿运动定律	运动和力
	动量守恒定律和 能量守恒定律	动能和功 势能和能量守恒 质心和动量 转动

续表4

版本	马文蔚版	哈里德版
主要内容	刚体转动和流体运动	转矩 角动量 平衡与弹性 液体
	×	万有引力
	振动	振动
	波动	波动

由表4可知,国外教材力学部分的广度高于国内教材,知识点覆盖面更大,具体结论如下:

(1) 国外教材对测量、矢量、万有引力部分做了详细介绍,而相应部分在马文蔚版教材中并未在正文中详细描述(矢量部分在附录中有相应介绍).

(2) 在运动学、能量、刚体转动、流体等部分,国外教材的叙述更为详细.

(3) 国内教材力学部分的重点是牛顿运动定律和3个守恒定律及其成立条件,力学中除角动量、刚体部分外绝大多数概念学生在中学阶段已有接触,因此国内教材中不做赘述,这也是符合《基本要求》的.

5.2.2 电磁学部分广度研究

国内外教材电磁学部分内容的比较如表5所示.

表5 马文蔚版教材和哈里德版教材电磁学部分主要内容比较

版本	马文蔚版	哈里德版
主要内容	静电场	电荷 电场 高斯定理 电势 电容
	静电场中的导体和电介质	电流 电阻 电路 磁场 电流产生的磁场
	恒定磁场	感应和电感 电磁振动和交变电流 麦克斯韦方程
	电磁感应 电磁场	电磁波

由表5可知,国内教材起点更高,从静电场讲起,最终达到的要求也很高.国外教材起点低,从电荷讲起,由简入深,逐渐深化,最终达到的要求略低于国内教材,部分国内教材提及的概念在国外教材中并未涉及,譬如哈里德版教材中并未涉及电位移、三相交流电等概念.

综上所述,通过对力学、电磁学部分内容的对比分析可知,就教材的广度而言,国外教材起点低,论述范围广.这与中美两国高中学生的物理与数学基础不同有很大关系.美国大部分的高中生没有微积分基础,高中所学物理知识也比较浅,大学物理教材要适用于未参加过“大学先修课程”的学生,所以,国外教材往往从最基础的测量、单位等开始,逐步过渡到深层次内容;而由于国情的差异,对中学物理介绍得比较多的运动学、电力、磁力、静电感应及电磁感应现象等内容,编写时往往强调与中学教学的衔接,精简内容,提高起点,减少不必要的重复.

5.3 教材深度

在此部分,我们仍然以马文蔚版教材和哈里德版教材为例进行对比研究.

在力学部分中,国内教材中常见的质心系、自然坐标系等在国外教材中并未涉及.在电磁学部分中,国内教材对于电介质、磁介质、有磁介质存在时的磁场往往专门设章节详细讲解,而哈里德版教材只是定性解释了电介质极化问题,对于磁介质并未涉及,麦克斯韦方程组也仅给出了真空中的形式.在热学、光学、近代物理学中,类似情况同样存在.

综上可知,国外教材在深度上低于国内教材.

6 结论

通过分析马文蔚版教材、张三慧版教材、哈里德版教材和西尔斯版教材的物理概念阐述风格、内容等,我们可以发现,国内外教材各有其优势和不足.

国内教材存在以下优势:

(1) 在物理概念阐述方面,国内大学物理教材体系完整,符合《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版),各部分知识内在联系紧密,论述语

言简练、条理清晰、逻辑严密.

(2) 在教材内容方面,国内大学物理教材与国内高中阶段教材衔接良好,起点相对较高,符合大部分我国大学低年级阶段学生的认知发展水平和数学物理基础,有效地缩短了篇幅,减少了学时,更符合我国的实际情况.

国内教材存在以下不足:

(1) 国内教材体系更偏重于定量计算与逻辑推导,这在一定程度上会弱化学生对于物理概念本质的关注.

(2) 国内教材与日常生活相关的应用较少,不少教材涉及的应用过于集中和雷同.

同样,国外教材存在一些值得我们学习的优势:

(1) 在装帧设计方面,国外教材全彩印刷,更加图文并茂,生动活泼,趣味性强,更能提高学生的学习兴趣.

(2) 在教材内容方面,国外教材中所涉及的基础知识多于国内教材,即国外教材的广度大于国内教材的广度,如流体力学、声学、几何光学、核物理、宇宙学等内容在两本国外教材中都占较大篇幅,讲解更为详细.

(3) 国外教材往往简化数学推导,更强调物理概念和物理意义.

(4) 国外教材铺垫较多,讲解细致,多从日常生活实例或前沿科技出发,以归纳、类比的逻辑方式引入物理概念和规律,对于基础薄弱的学生更为友好.

上述的比较,为我们以后的教材建设提供了一些参考,我们可以着眼于借鉴国外教材的一些优点,不断改进和提升我国大学物理教材的品质和内涵.

参考文献

- 1 马文蔚,周雨青,解希顺. 物理学(第7版)[M]. 北京:高等教育出版社,2019
- 2 张三慧. 大学物理学(第4版)[M]. 北京:清华大学出版社,2017
- 3 Halliday, Resnick, Walker. Principles of Physics(19th ed)[M]. NY: Wiley,2003
- 4 Sears, Zemansky. University Physics with Modern Physics(15th ed)[M]. London: Pearson Education,2019