

【教材分析】

PISA 视域下中英高中主流物理教材的对比研究

——以“电磁感应”单元为例

关菲 彭朝阳

【摘要】教材对比分析是优化教学的重要手段,以 PISA 2025 科学素养测评框架为基准进行中英高中主流物理教材的对比分析,从科学知识、科学能力、科学身份认同 3 个维度评估两版教材,结果表明:中国教材更重视科学知识的呈现逻辑,注重培养学生的思维进阶;英国教材更重视科学能力的培养,重视物理与生活的联系,在物理生活化的过程中培养学生的科学身份认同感。通过中英两国教材的差异化对比研究,以单元教学为载体,帮助学生提升科学素养,实现与国际科学教育的接轨。

【关键词】PISA 2025 科学素养测评框架;中英高中物理教材;科学素养;国际科学教育

一、研究框架

(一) PISA 2025 科学素养测评框架

在时代变革影响和原有 PISA 2015 的测评框架背景下,PISA 2025 的科学素养测评框架如图 1。^[1]

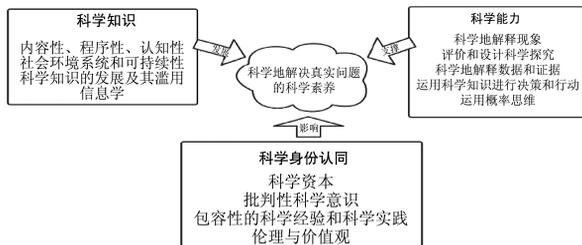


图 1 PISA 2025 科学素养测评框架

(二) 中英主流物理教材

为了研究的代表性,本文选取的国内主流高中物理教材为由人民教育出版社、课程教材研究所、物理课程教材研究开发中心共同编著的《普通高中教科书·物理》^[2](简称人教版教材);选取的英国主流高中物理教材为剑桥大学出版社编著的 *Cambridge International AS and A Level Physics Coursebook*^[3](简称剑桥版教材),两套教材均由权威出版社出版,是适用范围最广的最新版本教材,详细教材信息见表 1。

(三) 中英高中主流物理教材的对比研究

研究流程如图 2,选取中英两国高中主流物理教材中的任一单元,遵循“以终为始”的目标导向原则,以两国物理课程标准中规定的单元教学目标为依据,从 PISA 2025 科学素养的 3 个主要测评维度出发,对比分析两版教材的知识涵盖广度、知识呈现栏目、教学组织逻辑、活动编排逻辑、STSE 观念渗透等,

表 1 两套高中物理教材信息

	国内教材	英国教材
教材名称	《普通高中教科书·物理》 (选择性必修第 2 册)	<i>Cambridge International AS and A Level Physics Coursebook</i>
出版社	人民教育出版社	Cambridge University Press
出版时间	2020 年 5 月(第 1 版)	First published 2010 Second edition 2014
补充说明	本书为《高中物理》系列丛书中的一部,是普通高中课程标准实验教科书(共 6 册)	本书为剑桥高中核心课程必修教材,适用于国际上参与剑桥国际 A-Level 物理学考试的高中生(全 1 册)

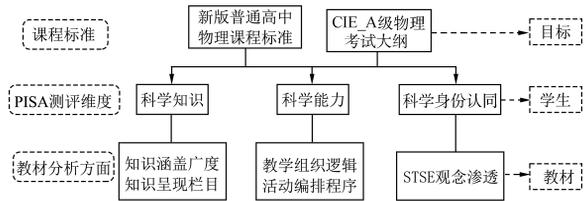


图 2 PISA 视域下的教材对比研究流程

总结两国教材的特点,以期为我国新一轮课程改革提出有效建议。

二、研究实例

为加深读者对 PISA 视域下中英高中主流物理教材对比研究的理解,笔者选取“电磁感应”单元进行实例分析,具体研究内容如下。

(一) 单元教学目标对比分析

参照国内最新版《普通高中物理课程标准(2017

年版 2020 年修订)》和英国剑桥考试局最新发布的《CIE_A 级物理考试大纲》进行单元教学目标对比分析,见表 2,发现中英两国的单元教学目标均涵盖了对学生科学知识、科学能力、科学身份认同方面的培养要求。

表 2 中英两国单元教学目标对比

单元	电磁感应	Electromagnetic induction
参照文件	《普通高中物理课程标准(2017年版 2020年修订)》	CIE_A-level Physics Exam Outline (CIE_A 级物理考试大纲)
单元教学目标	1. 知道磁通量 2. 通过实验,了解电磁感应现象和产生感应电流的条件 3. 探究影响感应电流方向的因素,理解楞次定律 4. 通过实验,理解法拉第电磁感应定律 5. 通过实验,了解自感现象和涡流现象 6. 举例说明自感现象和涡流现象在生产生活中的应用 7. 知道电磁感应现象的应用及其对现代社会的影响 ^[4]	a. define magnetic flux and the Weber 定义磁通量与韦伯 b. Recall and solve problems using 回忆和解决问题 c. define magnetic flux linkage 定义磁链 d. infer from appropriate experiments on electromagnetic induction 由电磁感应的恰当实验推断出 (i) that a changing magnetic flux can induce in on e. m. f. in a circuit 磁通量变化可以在闭合回路中感应出电动势 (ii) that the direction of the induced e. m. f. opposes the change producing it 感应电动势方向与产生它的变化相反 (iii) the factors affecting the magnitude of the induced e. m. f 影响感应电动势大小的因素 e. recall and solve problems using Faraday's law of electromagnetic induction and Lenz's law 用法拉第电磁感应定律和楞次定律回忆和解决问题 f. explain simple applications of electromagnetic induction ^[5,6] 解释感应电动势的简单应用
行为动词	知道、了解、探究、理解、举例	define 定义、recall 回忆、solve 解决 infer 推断、explain 解释

对比发现:我国新课标提出的教学目标更注意贴合人教版教材的单元教学进度,更符合学生的思维进阶规律,以不同程度的行为动词划分了学生应达到的知能水平,直接指出了学生应探寻物理对现代生活的影响;因剑桥版教材内容直接以主题模块划分,其考试大纲提出的教学目标综合性更强,更重视问题解决,具化了实验应达到的预期要求,更便于学生在探究活动过程中的自评和他评。

(二)依据 PISA 2025 科学素养测评框架的主要维度对比分析单元教学内容

从 PISA 2025 科学素养测评重点关注的科学知识、科学能力和科学身份认同 3 大维度出发,通过梳理教材单元内容知识涵盖广度和呈现形式,分析单元教学组织逻辑、活动编排程序和挖掘教材中渗透的知识生活化、技术社会化的观念,对比剖析中英两版教材的“电磁感应”单元内容特点。

1. 科学知识维度

首先,从单元知识涵盖广度分析,发现两版教材的单元核心内容大体一致,均符合新版课程标准和考试大纲规定。由表 3 的中英教材单元内容对比可知,人教版教材单元内容多介绍了互感和自感现象,借实验现象及相关应用加深学生对感应电流和感应电动势的深层理解;剑桥版教材单元内容则多设计了应用专题,详细介绍了变压器、发电机的原理及结构,体现了科学知识的社会性,为下一模块交流电的学习做充分铺垫。

表 3 中英教材“电磁感应”单元内容对比

中国人教版教材	英国剑桥版教材
楞次定律 法拉第电磁感应定律 涡流、电磁阻尼和电磁驱动 互感和自感	Observing induction 观察感应现象 Explaining electromagnetic induction 解释电磁感应现象 Faraday's law of electromagnetic induction 法拉第电磁感应定律 Lenz's law 楞次定律 Using induction; eddy currents, generators and transformers 电磁感应的应用:涡流、发电机和变压器

由图 3 的单元知识点分布对比图可知,人教版教材对本单元知识点研究更细致,如自感系数、感生电场等知识点的补充,使单元核心内容更加饱满;剑桥版教材涵盖的知识点更深度,如“磁链”是国内教育体系中大学物理的内容,但国内高中阶段习题中已存在辨析“磁通量与匝数、感应电动势与匝数”等量的关系,易造成学生的认知混乱,而剑桥版教材此处引入该概念可使“磁通量—磁链—磁通量变化量—磁通量变化率—感应电动势”的知识结构体系更

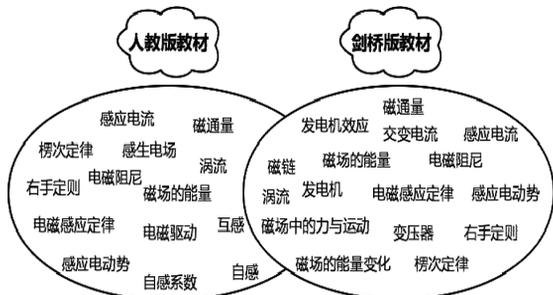


图 3 中英教材“电磁感应”单元知识点分布对比

连贯,帮助学生梳理知识脉络的同时提升辨析各物理概念及规律的能力。

其次,从单元知识呈现形式分析,按栏目设置划分为思考式、活动式、应用式和拓展式,发现中英两版教材内容在这些方面均有涉猎,但具体的设计形式有差异,如表4。

表4 中英两版教材单元栏目设置对比

	中国人教版教材		英国剑桥版教材	
	栏目名称	数量	栏目名称	数量
思考式	导入	1	Learning outcomes 学习成果	1
	问题	4	Question 问题	20
	思考与讨论	4	Worked example 实践案例	3
活动式	实验	1	Experiment 实验	3
	做一做	3		
	演示	3		
应用式	例题	2	Summary 总结	1
	练习与应用(节末习题)	19	End - of - chapter questions 章末习题	10
	复习与提高(章末习题)	13		
拓展式	名人名言	1	Explanatory note 注释	5
	科学方法	1		
	注释	4	Figure 图片(正文部分)	31
	插图(正文部分)	35		

人教版教材中思考式栏目形式多变,多位于正文知识学习前,主要借提问引发学生思考、激发学习热情、推动认知发展;活动式栏目以实验形式存在,实验数量更多,实施主体更多元,便于多角度发挥实验的作用;应用式栏目主要以习题形式存在,习题数量较多,体现其更重视知识点的练习和基础知识的测试;拓展式栏目涉猎更广,以名人名言、科学方法等形式科普综合类知识,丰富学生的物理学史和科学素养,增强学生的学科认同感。

剑桥版教材中思考式栏目以实践案例为主,多于正文知识学习过程中,问题数量较多,且多用于知识的实际应用,为学生的自主学习提供了阶梯式辅助;活动式栏目中实验均为学生自主探究实验,但于正文部分会辅以演示实验等对知识点予以补充;应用式栏目中有章末总结环节帮助学生回顾并形成知识框架,习题数目虽少,但其情境化水平较高、探究

性更强;拓展式栏目以注释和插图为主,插图更具生活性,多为立体图,便于学生空间感的培养。

值得一提的是,人教版教材中结论性语言较多,剑桥版教材中疑问式语言较多,且伴有“You can”等正向词汇用语的心理暗示。

2. 科学能力维度

科学能力是学生在完成科学认识活动和问题解决活动过程中,系统化、结构化的科学知识对活动经验的定向调节和执行机制。^[7]学生的科学能力需要在活动中体现,故从教学活动组织逻辑和探究活动的编排程序中分析中英两版教材对培养学生科学能力的影响。

从教学活动的组织逻辑进行对比,中英两版教材的知识呈现脉络各有特色。

如下页图4所示,人教版教材以三峡水电站的巨型发电机的生活情境做本单元知识导引,各小节均以问题情境作导入,先介绍“楞次定律”,后“法拉第电磁感应定律”,再“电磁感应现象的应用”,遵循先定性再定量、先现象再本质、先理论再实践的认知规律,拥有更严密的逻辑性。

如下页图5所示,剑桥版教材开篇介绍“巨型风力涡轮机”的工作原理,以3个自主探究实验引导学生观察现象,建构移动导线切割磁感线情境解析感应电动势、磁通量等核心概念,先“法拉第电磁感应定律”做定量分析,再由“楞次定律”归纳感应过程中力与运动关系及伴随的能量转换,最后以应用专题呈现电磁感应的现实意义,且章首提出的预期学习成果与章尾总结形成了完整的教学闭环。

从探究活动的编排程序进行对比,以探究实验为例,两版教材具体的活动过程各有侧重。

如30页图6,人教版教材本单元涉及的实验较多,但探究实验仅“探究影响感应电流方向的因素”。由教师演示实验激发学生思考,引导学生观察现象并记录,归纳总结得出规律,让学生真正经历科学探究过程,活动编排遵循“教师主导、学生主体”的教育理念。

如30页图7,英国剑桥版教材本单元相关实验及现象提及较多,但明确的探究实验仅为3个简单的学生自主实验,“发电机如同反向工作的电动机—磁铁在线圈附近移动会产生电流—导线在磁场中移动时会产生电流”,学生自主探究过程中体会并观察电磁感应的特征,在解释现象的过程中逐渐达成认知进阶,活动编排更符合先现象再本质认识逻辑。

3. 科学身份认同维度

在整合科学态度和科学情境的基础上,PISA 2025 主要从科学资本、批判的科学使用者、包容的科

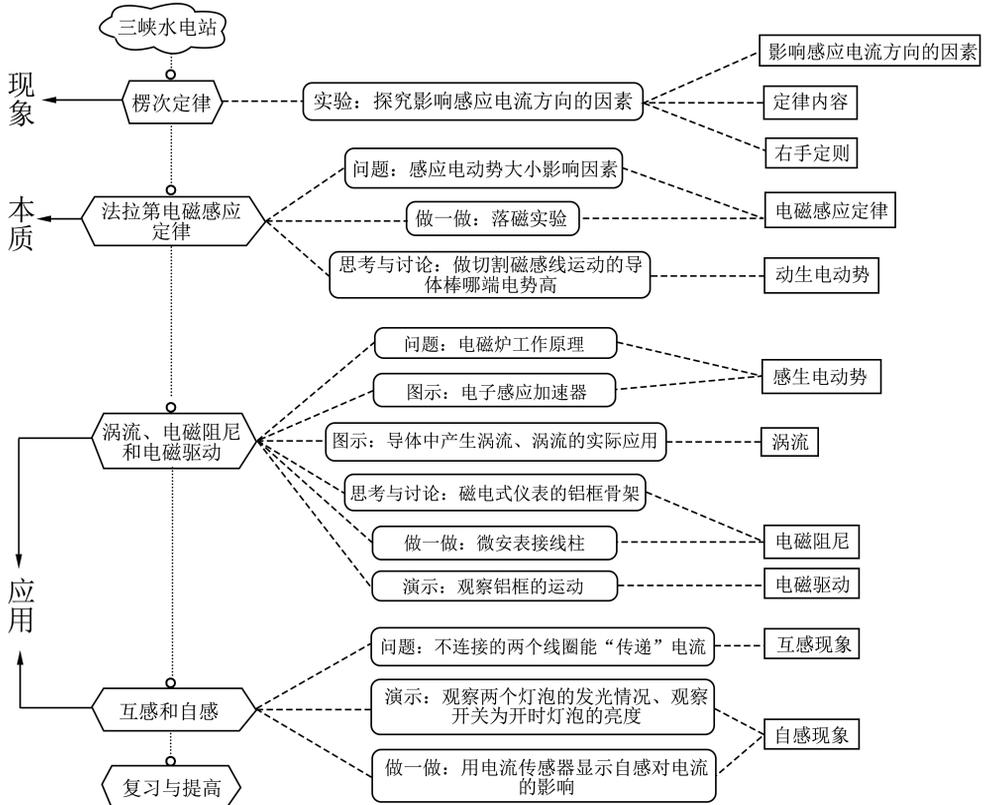


图4 中国人教版教材单元组织逻辑

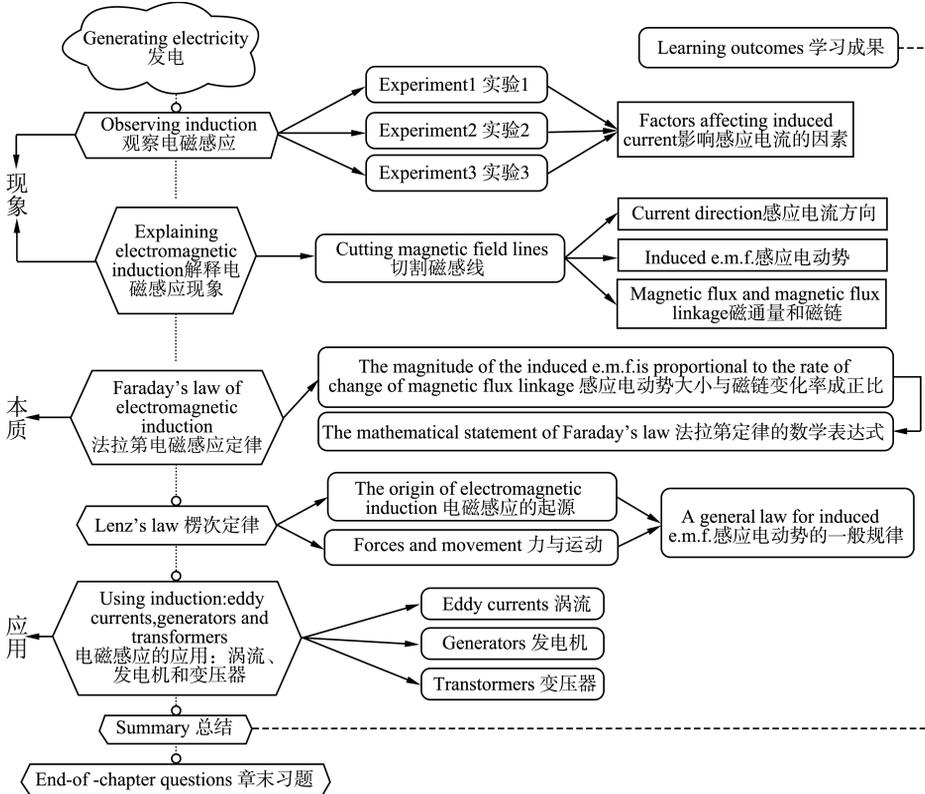


图5 英国剑桥版教材单元组织逻辑

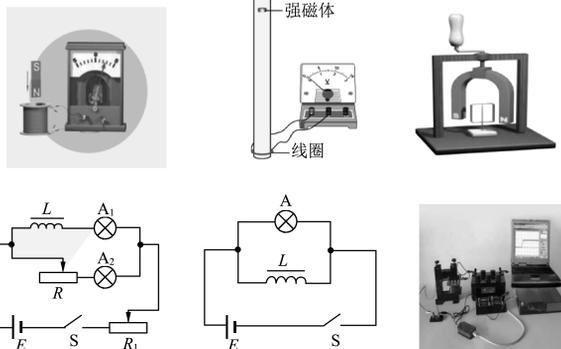


图6 人教版教材单元的相关实验

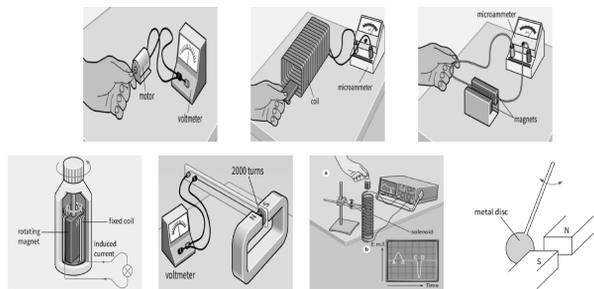


图7 剑桥版教材单元的相关实验

学经验和实践、道德伦理和价值观方面评价学生的科学身份认同素养,^[7]故从知识生活化和技术社会化角度挖掘教材中内隐的科学价值观和科学认同度。

中英两版教科书均重视科技因素在实际生活中的应用。人教版教材中涉及的生活化知识包括“电磁炉加热食物、变压器、安检门、动圈式扬声器、飞机机翼两端的电势差”等,教材内容与现实生活息息相关,体现了科技对生活水平的提升,凸显了“物理走向生活”的教育理念;剑桥版教材中涉及的生活情境较多,如“工程师的帽子是白色的、悬浮火车下面的大型电磁铁可减速、用楞次定律思想解决自行车发电机现象”等,更关注物理知识的情境化,增强学生的科学认同感。

人教版教材中技术社会化体现为“三峡水电站、电子感应加速器、真空冶炼炉、探雷器、交流感应电动机、延时继电器、电磁流量计、磁电式仪表的铝框架、灵敏电流计的运输问题”等,重视如何将科学技术应用于社会,有意识地从社会角度培养学生对科技与社会关系的理解,利于社会责任感的养成;剑桥版教材较重视体现各项技术的优缺点,从实际出发选取合适的技术,对于技术内部结构的呈现较多,尤其是错误对照组的设置,更利于学生思辨能力的培养,值得一提的是,剑桥版教材中“电机工程师弗莱明”的物理学史的呈现以启发学生对科技与社会变革的思考。

三、研究结果与启示

以 PISA 视域审视分析中英两版教材,发现中国人教版教材更重视科学知识的呈现逻辑,注意知识间的连接性,更利于学生的思维进阶;在活动编排方面专门设置探究实验专栏,引导学生经历科学探究过程,注重学生合作探究意识与沟通协作能力的培养;重视凸显科学知识的实用性,以实例体现物理知识与实际生活、社会发展间的联系,以增强学生的社会责任感及科学认同度。

英国剑桥版教材对科学知识的解析内容较多,知识覆盖面更广,提供多维视角图解,更适合学生自学以培养学生的独立探索能力;重视引导学生在生活情境中探索新知,建构物理观念,且各类实验不限于专栏,在各环节中均有体现,更重视培养学生的实践能力及独立探索精神;对于各类问题讨论不直接给出“最优解”,设置错误操作示范以培养学生的思辨能力,在“知识生活化、科技社会化”的科学情境中潜移默化地提升学生的科学身份认同度。

参考文献:

- [1] 黄兴娟,林长春,首新. PISA 2024 科学素养测评框架评述与启示[J]. 考试研究,2022(4):52-61.
- [2] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心. 普通高中物理课程标准实验教科书物理·选择性必修第2册[M]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [3] David Sang, Graham Jones, Gurinder Chadha, et al. Cambridge International AS and A Level Physics Coursebook [M]. UK: Cambridge University Press, 2014:435-450.
- [4] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [5] 朱臻. 英国现行 GCSE、A-Level 物理课程纲要及评价目标简介[J]. 物理教学,2018,40(6):72-76.
- [6] Cambridge International Examinations. Syllabus, Cambridge International AS and A Level For Examination in 2023, 2024 and 2025 [S]. UK: University of Cambridge International Examinations, 2023.
- [7] 李川. PISA 2025 科学素养测评框架的新动向及启示[J]. 科普研究,2022,17(1):52-58,102.

【作者简介】关菲,云南师范大学物理与电子信息学院;彭朝阳(通讯作者)(1971-),男,江西安福人,博士,云南师范大学物理与电子信息学院教授,研究方向为物理课程教学和天体物理(云南 昆明 650500)。

【原文出处】摘自《物理教师》(苏州),2024.1. 71~75,93