物理教育比较

加拿大教材中“Physics JOURNAL”栏目的赏析和借鉴

郝一阳 陆建隆* （南京师范大学教师教育学院 江苏 210023）

摘 要 阅读栏目是物理教材的重要组成部分，其大量的物理知识、生活文化内容不仅有助于培养学生的物理学科核心素养，还会对学生的价值观、职业观产生深远的影响。文章以加拿大高中物理教材尼尔森的《物理11》和《物理12》最新版为例，分析了“Physics JOURNAL”这一栏目的结构和内容特点，并对部分案例进行赏析，为教师在阅读栏目教学中的内容选择、活动设计、价值体现等方面提供借鉴。

关键词 加拿大高中物理教材 阅读栏目 物理教学

文章编号 1002-0748(2024)12-0065 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

教材中的阅读栏目涉及自然中的物理现象、物理学史、生产生活中的物理等内容，不仅可以加深学生对知识的理解，了解物理在生产生活中的应用，还具有激发学生的学习兴趣、开拓学生的认知眼界、培养学生的探究精神和社会责任感等功能[1]。因此，研究教材阅读栏目教学，对培养学生的物理学科核心素养具有重要的意义。目前对国内教材中阅读栏目的研究逐渐增多[2]，但对国外教材阅读栏目的研究仍较少，而加拿大高中物理教材中的“Physics JOURNAL”这一阅读栏目，其内容编排新颖，充分渗透了课程理念，为我国阅读栏目的研究和教学提供了很好的借鉴。

1 设置“Physics JOURNAL”栏目的教材概述

1.1 加拿大“Physics JOURNAL”栏目设置情况

加拿大是全球公认的教育大国，拥有世界上最完整的教育体系和世界一流的学习条件，其中尼尔森出版社出版的《物理11》和《物理12》是加拿大高中主流物理教材，面向加拿大K11和K12年级，对应国内高二和高三阶段。尼尔森2003年出版的《物理11》和《物理12》，其阅读栏目编排和国内教材类似，包括物理学史、物理与生产和生活等内容，多分布在正文部分和侧边栏。2008年加拿大发布了最新的11和12年级科学课程标准，新课标面向全体学生，以科学素养为导向，重视对科学本质的理解，提出了三大教学目标：(1)理解学科基本概念；(2)培养科学探究技能和合作交流能力；(3)注重科学和技术、社会、环境的联系，同时还对科学探究技能和职业教育提出了详细要求[3]。之后，尼尔森出版社在2011年和2012年出版了新版的《物理11》[4]和《物理12》[5]，新版教材对阅读栏目的内容和编排进行了大幅度调整，将其整合在“Physics JOURNAL”这一新栏目中，以一个单独的章节设置在教材中。该栏目风格统一，主题广泛，内容篇幅大幅拓展，学生可以深入了解物理现象和探究过程。该栏目还新设置了“Further Reading”“Questions”部分，渗透了科学素养教育、STSE教育、职业教育等理念。

1.2 “Physics JOURNAL”栏目内容和结构

《物理11》和《物理12》由5个大单元组成，每个单元包含若干章，“Physics JOURNAL”栏目为单独的一节。《物理11》中该栏目的主题主要集中在物理学史和自然中的物理现象，其内容比较轻松有趣，有利于激发学生的学习兴趣；《物理12》中该栏目的主题集中在生活中的物理和物理学前沿，培养学生解决实际问题的能力。

表1 《物理11》中“Physics JOURNAL”栏目的分布

单元	章	栏目主题
Unit 1 运动学	Chapter 2 二维运动	2.4 伽利略：16世纪的“新科学家”

* 通讯作者：陆建隆。

中国知网 https://www.cnki.net

续 表

单元	章	栏目主题
Unit 2　力	Chapter 3　牛顿运动定律	3.6　伽利略、牛顿和霍金
Unit 3　能量和社会	Chapter 6　热能和社会	6.7　当酿酒师成为科学家:焦耳
Unit 4　声和波	Chapter 8　震动和波	8.6　声障
Unit 4　声和波	Chapter 9　波的相互作用	9.6　怪波
Unit 5　电和磁	Chapter 11　电和生产	11.4　富兰克林是罪魁祸首吗?
Unit 5　电和磁	Chapter 12　电磁学	12.3　无线电力传输

表 2　《物理 12》中“Physics JOURNAL”栏目的分布

单元	章	栏目主题
Unit 1　动力学	Chapter 2　动力学	2.6　滑雪下坡中的物理学
Unit 1　动力学	Chapter 3　匀速圆周运动	3.5　过山车中的物理学
Unit 2　能量和动量	Chapter 5　动量和碰撞	5.7　动量与中微子
Unit 3　引力场、电场和磁场	Chapter 6　引力场	6.4　广义相对论
Unit 4　光的波动性质	Chapter 10　光的波动性和应用	10.7　光纳米技术与防伪
Unit 5　现代物理学的革命	Chapter 12　量子力学	12.5　量子信息理论

该栏目的结构和我们常见的期刊或者杂志类似(见图 1),分为标题和摘要、正文、拓展阅读、问题活动四个部分,正文部分有 3 至 4 个小标题,总字数在 2 000 字左右。正文的末尾是“Further Reading”(拓展阅读)部分,该部分类似论文的参考文献,会推荐 2 至 4 条相关的文献和资料信息,例如期刊论文、出版社书籍、博客、科普杂志等。页面的最下方是“Questions”(问题活动)部分,有 4 至 6 个问题活动,如解释正文中提到的物理原理、描述生活中相关的物理现象、查阅相关资料并撰写报告或摘要等。

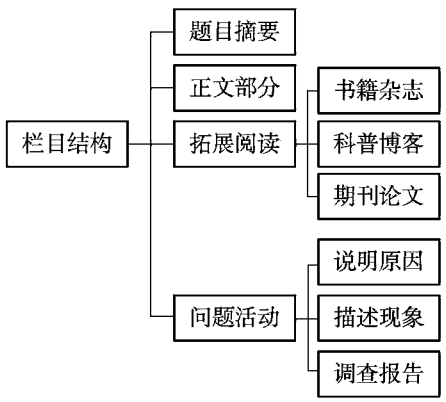
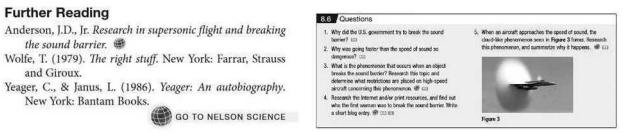


图 1　“Physics JOURNAL”栏目结构

2　“Physics JOURNAL”栏目的编写特点

(1) 主题广泛,结构设置独居匠心。

该教材将先前较为零散的阅读材料进行了整合和拓展,涉及的主题更加广泛,除了保留了部分物理学史内容,还加入了声障、怪波、滑雪下坡等自然和生活中的物理现象,光纳米技术、量子加密技术等物理学前沿,有利于拓展学生的视野,激发学生对物理的兴趣和探索欲望。该阅读栏目作为单独的一节,其篇幅大幅扩充,有利于学生深入了解事物的发展过程,栏目的编排风格向期刊杂志靠拢,突出了对学生文献阅读能力的重视。除了正文部分,该栏目还设置了“拓展阅读”部分和“问题活动”部分(见图 2),“拓展阅读”涉及的期刊和书籍,不仅满足了学生进一步阅读的需要,同时为相关问题和活动的展开提供了辅助资源。在问题和活动设置上,形式多样,包括解释物理原理、小组合作调研、资料查阅和设计研究方案等等,这些活动和问题指向物理与生活、科学精神、环境保护、科技人文等多个方面。



(a)　　(b)

图 2　“Physics JOURNAL”栏目截图

(2) 内容和生活情景相联系,培养学生解决现实问题的能力。

该栏目选取的大多数是常见的自然生活情景,在分析其背后蕴含的物理原理时,学生可以将自身经验和理论知识相结合,切实感受到物理和生活的联系。除了物理方法外,本栏目还注重引导学生从环境、技术等多个角度分析问题。例如:在“动量与中微子”主题中,让学生讨论大型科研装置的效益和对环境影响之间的利弊,在“无线电力传输”主题中,让学生总结电力技术的发展对自身生活的影响等。该栏目内容从生活场景出发,内容深入浅出,通过问题或活动的方式引导学生将自身的思维和观点展现出来,不仅使学生掌握了解决问题的知识和技能,还使学生形成了综合性思维,提高了学生分析解决现实问题的能力。

(3) 编排理念以科学素养为导向,重视对科学本质的理解。

中国知网　https://www.cnki.net

无论是在结构设计还是在内容编排上，该栏目都充分体现了对科学本质的重视。科学本质是学生科学素养的核心，从建构主义的观点来看，科学本质即科学探究，即理论与法则的建立背后隐含的科学探索精神和科学方法[6]。例如《物理 11》“电和磁”单元“富兰克林是罪魁祸首吗?”中介绍了从富兰克林发现电荷到汤姆生发现电子的过程，辨析了“常规电流”“电子流”两种描述电荷运动方向的方法，不仅澄清了学生对电荷运动的理解，还使学生认识到科学规律不是一成不变的，而是在不断批判和实验中动态发展的。此外，活动和问题部分也设置了让学生对文章中蕴含的科学方法、科学家事迹进行讨论，对某一问题开展探究活动等，这些编排设计有利于培养学生的科学本质观，使学生能够理解科学家探究问题的过程和解决方法，学习相应的科学探究技能，从而提升自身的科学素养。

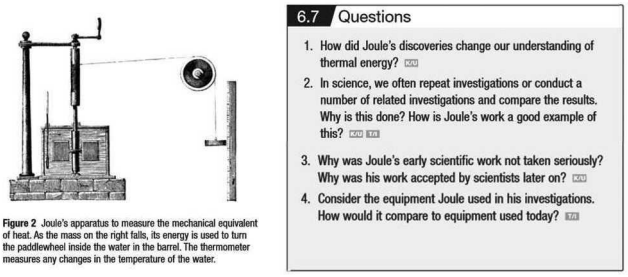
(4) 渗透职业教育的思想，有利于学生的职业生涯规划。

该栏目在编排过程中注重渗透职业教育理念，将物理学和各行各业相联系。例如介绍加拿大 Raymond Laflamme 教授以及他在量子计算机研究领域的贡献，推荐工程师和工程设计的书籍和文章，让学生调查某一物理领域相关职业和发展现状等。这体现了加拿大课程标准中对学生职业探索的要求：“对理论物理学家、通信网络专业、工程师等相关职业有一定的了解，能够描述加拿大著名的科学家对研究领域的贡献。”这些编排设置不仅有利于激发学生对某一领域的兴趣，还能使学生形成从事物理相关职业的自豪感，对未来的职业选择和生涯规划产生积极的影响。

3　“Physics JOURNAL”栏目案例赏析

3.1　案例 1　“当酿酒师成为科学家：焦耳”

在“能量和社会”单元的该栏目中，先介绍了酿酒师出身的焦耳的早期实验，他发现了电流和电阻与产生的热量有关，使水升高相同的温度，电能和机械能所需要的能量是一致的。通过这些实验，焦耳敏锐地察觉到能量之间的转化关系，但这些理论并没有被人们接受。然后介绍了当时流行的热质说和焦耳四处碰壁的经历，文中引用了焦耳的话：“我将不断地改进和展示我的实验，能量是坚不可摧的，无论机械能如何被消耗，它一定会转变为等效的热能。”最终，焦耳利用热功当量测量装置(见图 3)精准地测量出了单位机械做功所产生的热量，用实验证明了理论的正确性。



(a)　　(b)

图 3　“Physics JOURNAL”栏目截图

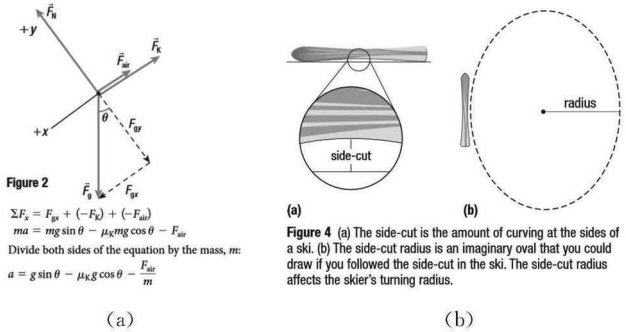
在阅读过后，学生对热学的发展背景有了一定了解，对能量守恒、热能转化有了更深刻的认识。接下来的“问题活动”部分就依据文章内容展开，“焦耳的发现如何改变了我们对热能的认识?”学生可以通过比较热质说来论述焦耳的理论，不仅加深了学生对知识点的理解，还使学生认识到科学动态发展的这一科学本质。接下来的问题也体现了这一点：“在科学研究中，为什么我们总是在不断地重复探究并对结果进行比较?”“为什么焦耳的研究工作后来被人们接受了?”通过思考和讨论，学生可以认识到实验探究活动在物理研究中的重要性，体会到焦耳坚持真理、永不放弃的科学精神。最后的活动：“探究焦耳使用的测量装置和当今的装置之间的差异”，旨在引导学生亲身经历问题的探究过程，学生在查阅资料、分析比较、讨论交流中，不仅锻炼了自身的科学探究技能，还对科学和技术的发展有了进一步的认识。

3.2　案例 2　“滑雪下坡中的物理学”

在“动力学”单元的该栏目中介绍了滑雪下坡这一生活场景，巧妙地将学科知识融入到问题情景之中。栏目内容主要围绕三个问题展开：①研究滑雪下坡过程中人的受力情况，如何使滑雪者可以最快地到达坡底；②滑雪者如何借助装备在下坡过程中保持控制；③如何保证滑雪者的安全性。对于第一个问题，首先展示了滑雪者下坡的图片，引导学生进行观察思考，之后带领学生分析滑雪者的受力情况，构建斜面模型，利用所学的动力学知识推导出滑雪者加速度的表达式[见图 4(a)]。

通过加速度的表达式学生可以看到，随着滑雪者的质量增大，其加速度也会增大，这解决了第一个问题，但是质量越大惯性越大，越不利于滑雪者转弯和操控。接着展示了滑雪者转弯时的图片，引导学生观察头盔、滑雪板、滑雪杆等装备在滑雪中的作用，并引入了滑雪板的“侧切量”和“侧切半径”这一概念，通过对滑雪板的长度和侧切量的设计，可以减小转弯过程中的曲率半径，滑雪者可以更快地到达

中国知网　https://www.cnki.net



(a)　　(b)

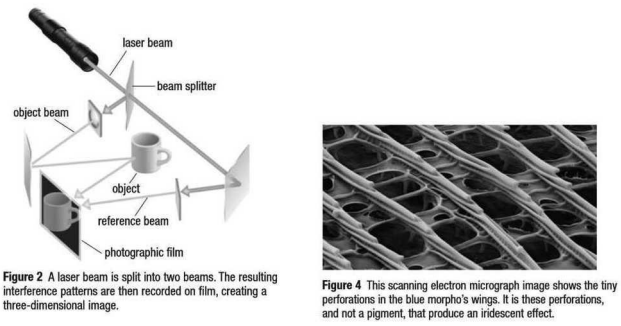
图 4　“Physics JOURNAL”栏目截图

坡底[见图 4(b)]。最后依据加速度表达式分析了滑雪杆的作用，并利用冲量定理说明了头盔和缓冲垫在保证滑雪者安全方面的作用。

整个栏目围绕着滑雪下坡情景展开，将斜面模型、受力分析、牛顿运动定律、冲量定理等知识点巧妙地融入到该问题情景之中，整个分析过程条理清晰，使学生切身感受到所学的物理知识在解决现实问题中的应用过程，充分体现了 STSE 教育理念。问题部分围绕主题内容展开，让学生列举滑雪者的受力情况、解释装备是如何减小摩擦力的、人的质量对速度的影响、头盔的重要性，这些问题既基于主题内容，又融入了学生的思考过程，以实际的问题展开，充分体现了其课标对提高学生知识理解和应用能力的要求。最后则要求学生搜索滑雪中的相关装备和技术，分析其特点和在滑雪过程中的作用，同时在拓展阅读部分也提供了期刊杂志上的有关文章，引导学生进一步深入了解“侧切量”“防拖服”这些装备和技术背后的物理原理，这不仅锻炼了学生的资源搜集和分析能力，还进一步拓展了学生的视野，使学生充分体会到物理和生产生活之间的联系。

3.3　案例 3　“光纳米技术与防伪”

在“光的波动性和应用”这一章的该栏目中介绍了防伪技术的发展，如何利用全息技术、光纳米技术制作独特的颜色和图案作为防伪标识。首先，介绍了 20 世纪 50 年代提出的全息技术的原理，60 年代制作全息图像的原理图，到近年来，科学家将纳米技术和生物学巧妙结合，通过模仿蝴蝶翅膀的微小结构，利用其光学性质来制作独特的防伪图像(见图 5)。文末介绍了光纳米技术和全息技术结合在货币、证件、药品等领域广泛的应用前景。在介绍物理学前沿理论和科技的过程中，栏目注重以时间线的形式呈现理论和技术的发展过程，使学生体会到理论发展和技术进步之间的联系。介绍多以应用为主，在解释相关原理时，使用了图像和通俗化的语言，用学生所学的知识来进行说明，使学生对该理论和技术原理有初步的认识。



(a)　　(b)

图 5　“Physics JOURNAL”栏目截图

该栏目问题部分的设置比较有层次性。首先是知识层面，让学生解释一个本章所学的有关光的波动性的概念，并说明这个概念在技术中的应用，学生不仅回顾了本单元所学的知识，还提高了知识应用能力。接下来是技能层面，让学生搜索资料，制作表格和思维导图，比较全息技术和光纳米技术在防伪应用上的异同，并总结光纳米技术对未来的意义，该过程学生对信息进行加工处理，比较分析事物的异同点，并对技术发展进行合理的预测，训练了学生的科学探究技能，拓宽了学生对该领域的认识。最后的问题则让学生思考：在模仿蝴蝶翅膀构造的过程中，如何体现了创造力和机遇在科学中的作用？纳米技术如何体现了科学和技术之间的关系？这无疑指向了科学素养这一更高维度。通过本案例，学生可以认识到，科学家善于从常人不易察觉的现象中思考其背后的本质，从而对现有的理论和方法进行改进和创新，这不仅有利于使学生形成主动观察、勤于思考的习惯，还对学生树立科学观具有指导意义。

4　“Physics JOURNAL”栏目的借鉴

结合上文对“Physics JOURNAL”栏目的特点和案例的分析，本文从栏目内容、活动设计、价值体现方面提出相关建议。

(1) 注重栏目内容的适切性、拓展性、过程性。

阅读栏目的内容不仅要拓展学生的视野，还应该适应学生的认知水平，处在学生的最近发展区内，学生可以利用所学知识对问题或现象进行分析，这就要求教师要注重对阅读栏目进行拓展，为学生普及相应的问题背景和研究进展。例如，2019 年人教版教材“科学漫步”栏目中的“无线充电技术”这一主题，由于篇幅原因，只是简单介绍了无线充电的原理和应用，学生很难对相关原理和技术发展过程有系

中国知网　https://www.cnki.net

统的认识。而加拿大教材“无线电力传输”栏目中就依次介绍了发电机和有线电网、特斯拉线圈和电池、无线充电技术的发展，不仅将学生所学习的有关发电机、变压器、电池、电磁感应相关的电磁学知识串联起来，还为学生普及了电能输送的技术发展过程，使学生形成系统的知识体系，切实感受到物理与生产生活之间的联系。所以，阅读栏目内容不只局限于习题和教材，教师要有意识地留意和搜集与栏目主题相关的资源，如书籍期刊、科普文章、图片视频等，将学生所学知识和问题探究、物理学史、理论技术的发展脉络结合起来，帮助学生构建自身的知识体系，提高学生的问题解决能力，同时可以引导学生讨论理论和技术发展过程中蕴含的科学观、科学家精神等，以提高学生的科学素养，培养学生的科学态度和责任。

（2）阅读栏目和问题活动相结合，培养学生的物理学科核心素养。

在阅读栏目中设置问题和活动是加拿大物理教材阅读栏目的一大特色，国内教材中的阅读栏目多停留在阅读内容上，相关的问题和活动设置较少。为了充分发挥阅读材料对培养学生物理学科核心素养的作用，教师可以根据栏目内容设置一系列有梯度的问题，例如让学生解释物理概念或引导学生利用物理知识解释现象、解决问题，以加强学生对基本概念的理解，培养学生的物理观念。然后教师可以通过问题的方式让学生分析文中的科学方法和科学家精神，培养学生的科学思维，也可以设置一些开放性活动，例如让学生思考科研活动和环境之间的关系、针对某一项技术或原理学会查阅相关资料并撰写项目报告等，在实践中锻炼学生的科学思维，培养学生的科学探究能力。这些问题和活动的设置不仅有助于加强学生对知识的理解，同时为教师教学活动的展开提供了很好的路径。当然，在设置问题活动时，教师要依据学生的现有水平，为学生提供相应的拓展资料和阅读指导，以充分发挥阅读栏目培养学生物理学科核心素养的作用。

（3）重视阅读栏目教学，发挥其教学价值和育人价值。

教师对阅读栏目的重视程度影响着其栏目价值的发挥，教师要注重挖掘阅读材料背后的价值。首先，阅读栏目具有丰富的教学价值，它既可以作为物理知识的载体，也可以作为教学辅助资源。例如，2019年人教版必修一教材例题中的滑雪下坡问题，教师就可以就该问题和阅读材料相结合，加深学生对问题的理解；学习波的干涉时，可以引入“怪波”这种自然现象，让学生阅读相关文献，帮助他们建立波的干涉模型。其次，阅读栏目具有丰富的育人价值，将阅读栏目融入到日常教学之中，不仅可以帮助学生理解相关知识，还可以使学生形成主动探究、阅读思考的习惯，激发学生对物理的兴趣和崇敬，对学生学习观、价值观、职业观的确立产生深远影响。

参考文献

[1] 张保雷，刘应开，吴惠. “科学漫步”在高中物理教学中的作用[J]. 物理教师，2009(12)：58—60.

[2] 郑康. 新教材中“科学漫步”栏目的物理文化教育价值与教学建议[J]. 物理教师，2022(5)：27—30，34.

[3] Ministry of Education. The Ontario Curriculum, Grades 11 and 12, Science [M]. Popular Book Company, 2008.

[4] Nelson Education. Nelson Physics 11 [M]. Canada Nelson, 2011.

[5] Nelson Education. Nelson Physics 12 [M]. Canada Nelson, 2012.

[6] 蔡其勇，靳玉乐. 科学的本质与学生科学本质观的培养[J]. 课程·教材·教法，2008(9)：69—74.

（上接第73页）

[3] Vigier, J.P.. From Descartes and Newton to Einstein and de Broglie [J]. Found Phys, 1993, 23: 1—4. https://doi.org/10.1007/BF01883986.

[4] 普通高中教科书物理选择性必修第三册[M]. 北京：人民教育出版社，2019.

[5] [法]德布罗意. 德布罗意文选[M]. 沈慧川，译. 北京：北京大学出版社，2012.

[6] Helrich, C.S.. De Broglie's Particle Wave. In: The Quantum Theory—Origins and Ideas [M]. History of Physics. Springer, Cham, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79268-8_6.

[7] De Beauregard, O.C.. The Great Veil, Reality, and Louis de Broglie: Personal Memories. In: van der Merwe, A., Garuccio, A. (eds) Waves and Particles in Light and Matter [M]. Springer, Boston, MA, 1994. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2550-9_1.

[8] Griffiths, D.J. (USA). Introduction to Quantum Mechanics: 2nd edition [M]. Beijing: China Machine Press, 2006.

[9] 德布罗意：万物皆波[J]. 中国科技奖励，2020(09)：77—78.

[10] ZIMAN, J.. De Broglie's philosophy [J]. Nature, 1974, 250: 445. https://doi.org/10.1038/250445a0.

[11] 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.

[12] Lochak, G.. Louis de Broglie's conception of physics [J]. Found Phys, 1993, 23: 123—131. https://doi.org/10.1007/BF01883990.

[13] 杨发文. 德布罗意和物质波理论的诞生[J]. 物理教师，2002(6)：46—48.

中国知网　https://www.cnki.net