Advances in Education 教育进展, 2025, 15(2), 327-336
Published Online February 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ae
https://doi.org/10.12677/ae.2025.152245

Hans汉斯

基于UbD理论的小学科学六年级“能量”单元教学设计研究

张艺卓

山东师范大学物理与电子科学学院，山东 济南

收稿日期：2025年1月6日；录用日期：2025年2月10日；发布日期：2025年2月17日

摘　要

“能量”单元涵盖的内容与日常生活息息相关，但抽象程度较高，学生在学习该内容时容易受到错误概念的影响，难以真正掌握和理解。UbD理论围绕大概念架构学习内容，对促进学生的深度理解和知识迁移具有重要意义。为了学生能够更好地理解、应用和迁移与能量相关的知识，基于UbD理论，从课程标准提出的建议和目标要求出发，对教科版小学科学六年级上册“能量”单元进行教学设计，并总结得出应用UbD理论进行单元教学设计的启示。

关键词

UbD理论，单元教学设计，能量，大概念

Research on the Teaching Design of the *Energy* Unit for Sixth-Grade Elementary Science Based on the Understanding by Design (UbD) Framework

Yizhuo Zhang

School of Physics and Electronics, Shandong Normal University, Jinan Shandong

Received: Jan. 6th, 2025; accepted: Feb. 10th, 2025; published: Feb. 17th, 2025

Abstract

The “Energy” unit encompasses content closely related to daily life, yet its abstract nature often

文章引用: 张艺卓. 基于 UbD 理论的小学科学六年级“能量”单元教学设计研究[J]. 教育进展, 2025, 15(2): 327-336.
DOI: 10.12677/ae.2025.152245

leads students to struggle with misconceptions, making it challenging for them to truly grasp and understand the concepts. The Understanding by Design (UbD) framework organizes learning around big ideas, which is instrumental in promoting students' deep understanding and knowledge transfer. To enable students to better comprehend, apply, and transfer knowledge related to energy, this study designs a teaching plan for the "Energy" unit in the sixth-grade science textbook (upper volume) published by the Education Science Press, based on the UbD framework. This design is informed by the curriculum standards' recommendations and objectives. Finally, the study summarizes insights gained from applying the UbD framework to unit teaching design.

Keywords

UbD Framework, Unit Teaching Design, Energy, Big Ideas

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 问题的提出

近些年来，科学技术的快速发展导致科学知识总量的激增，越来越多国家在科学教育中开始注重使用大概念串联知识体系，关注知识的系统化和结构化。但长期以来，小学科学课程的教学存在着这样的问题：首先，在教学任务的设定上更关注知识点，而非整体逻辑框架；其次，在教学策略上更注重教师的讲而非学生的学。通过“灌输式教学”，学生只能学到“惰性知识”或“粗浅经验”，造成知识的碎片化，不利于学生在头脑中形成整体的知识框架。《义务教育科学课程标准(2022 年版)》(下文简称《课程标准》)明确指出教师应围绕核心概念组织教学，关注知识间的内在关联，使知识结构化[1]。因此以往的教学方式不能满足《课程标准》提出的要求。

UbD (Understanding by Design)，追求理解的教学设计，是由格兰特·威金斯和杰伊·麦克泰格提出的一种单元逆向教学设计理论。区别于传统教学设计流程，UbD 理论需要先确定预期学习结果，再确定合适的评估证据，最后设计教学活动。它主张围绕大概念展开单元教学设计，即应当首先关注明确且有价值的智力因素[2]，帮助学生将单元知识连结起来，强调学生对知识的理解、应用和迁移。同时将设计教学活动与评估教学进行翻转，使教师能够更全面地思考预设的目标在实践中的表现，进而思考如何为达到目标而展开教学，极大地提升了教学的“有效性”。

“能量”是科学课程中的重难点知识之一，这一概念在小学各个阶段多次出现，如图 1 所示，整体呈现出前后联系、由浅入深、螺旋上升的知识结构。六年级上册“能量”这一单元涉及能量的形式、转移与转化以及能源与可持续发展，是学科核心概念“能的转化与能量守恒”中所涵盖的重要内容，大概念清晰明确，前后联系紧密。但通常在现实教学中学生学习“能量”相关概念时存在着如下问题：

(1) 学生对“能量”相关概念的学习和理解容易受到错误概念的影响。Watts 通过访谈法归纳总结了学生对“能量”所持有的 7 种常见错误概念，其中与本单元相关观点包括认为能量只与生物和运动着的物体有关、能量发生转化时每次只能转化为一种形式的能量等[3]。

(2) 教学活动设置不合理，学生缺乏对科学概念的真正理解。传统教学模式下，教学主题往往以“独白”的方式呈现，学生成为知识的被动接收者。此外，教师容易忽视前后知识的连贯性，割裂了单元或整体教材的内容，造成知识碎片化。因此，面对相对抽象的“能量”概念，学生的理解程度较低。

所以针对上述问题，基于 UbD 理论进行单元教学设计，能够引导学生用更加全局的视角认识“能

量”，理解自然现象背后的科学本质，更关注知识点的联结和前后联系，促进学生对知识的应用与迁移，有其科学性与合理性。

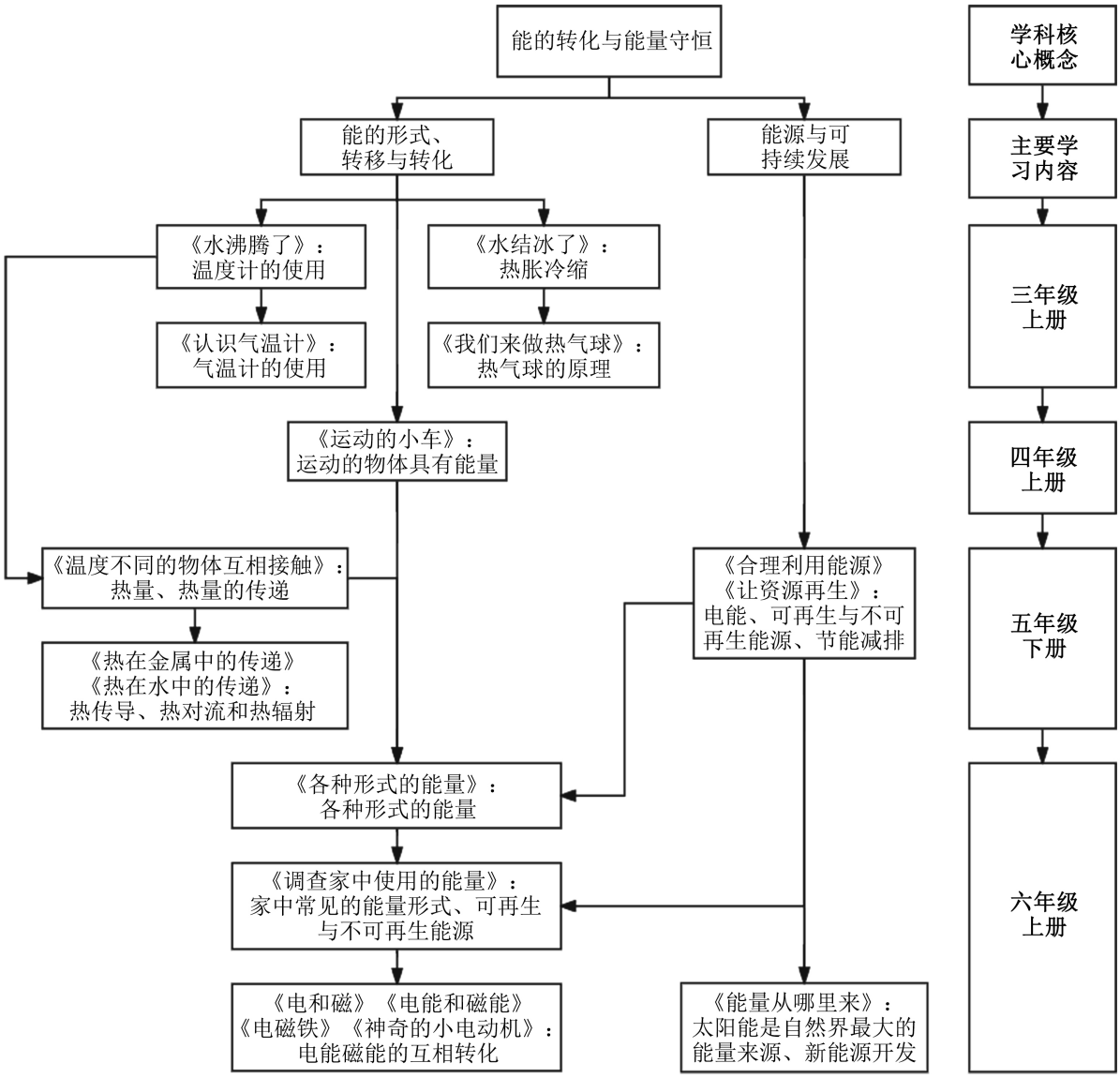

Figure 1. Knowledge structure diagram of energy across elementary school stages
图 1. 小学各阶段“能量”知识结构图

2. 基于 UbD 理论的单元教学设计流程

基于 UbD 理论对“能量”单元展开教学设计，首先应当结合课程标准从“大概念”出发确定预期学习结果。大概念是抽象概括出来的具有联系整合作用并能广泛迁移的概念[4]，对大概念的关注能够打破不同章节之间的边界，为不同章节知识点之间建立起逻辑的“纽带”。依据大概念确定出教学重难点及优先次序，并将学习目标细化为知识、理解、技能等多方面的目标。

其次，要从“理解”出发确定评估证据。威金斯和麦克泰格将“理解”分解为解释、阐明、应用、洞察、移情和自知六个方面，为教学应达到的效果提供了清晰的标准。即通过学习，学生达到“理解”

后，应能够领悟知识的深层内涵，合理地解释、迁移和应用知识，发展批判性思维和问题解决能力等高阶能力。

最后要从“吸引力”和“有效性”出发设计学习活动。UbD 理论认为教材只是支持学习过程的一种工具和资源，在教学中可以对教材的顺序进行调整以达到预期的学习结果。威金斯和麦克泰格建议使用 WHERETO 要素来设计具体的学习活动。WHERETO 要素代表了教师设计每一项活动时所应该思考的关键要点，这里 W 指为学生明确单元学习的目标及原因，H 指吸引学生的好奇心、保持学生的注意力，第一个 E (下文简称 E-1)指为学生提供实现目标所必要的经验、工具、知识以及技能，R 指为学生提供反思机会，第二个 E (下文简称 E-2)指引导学生对学习情况展开评估，T 指为学生提供能够展示个人天赋、风格、兴趣、想法的机会，O 指合理组织教学，以使学生获得更加深刻的理解[2]。WHERETO 要素能够帮助教师在设计具体学习活动时专注于已经设定好的学习目标及学生的理解，防止偏移。具体设计流程如图 2 所示。

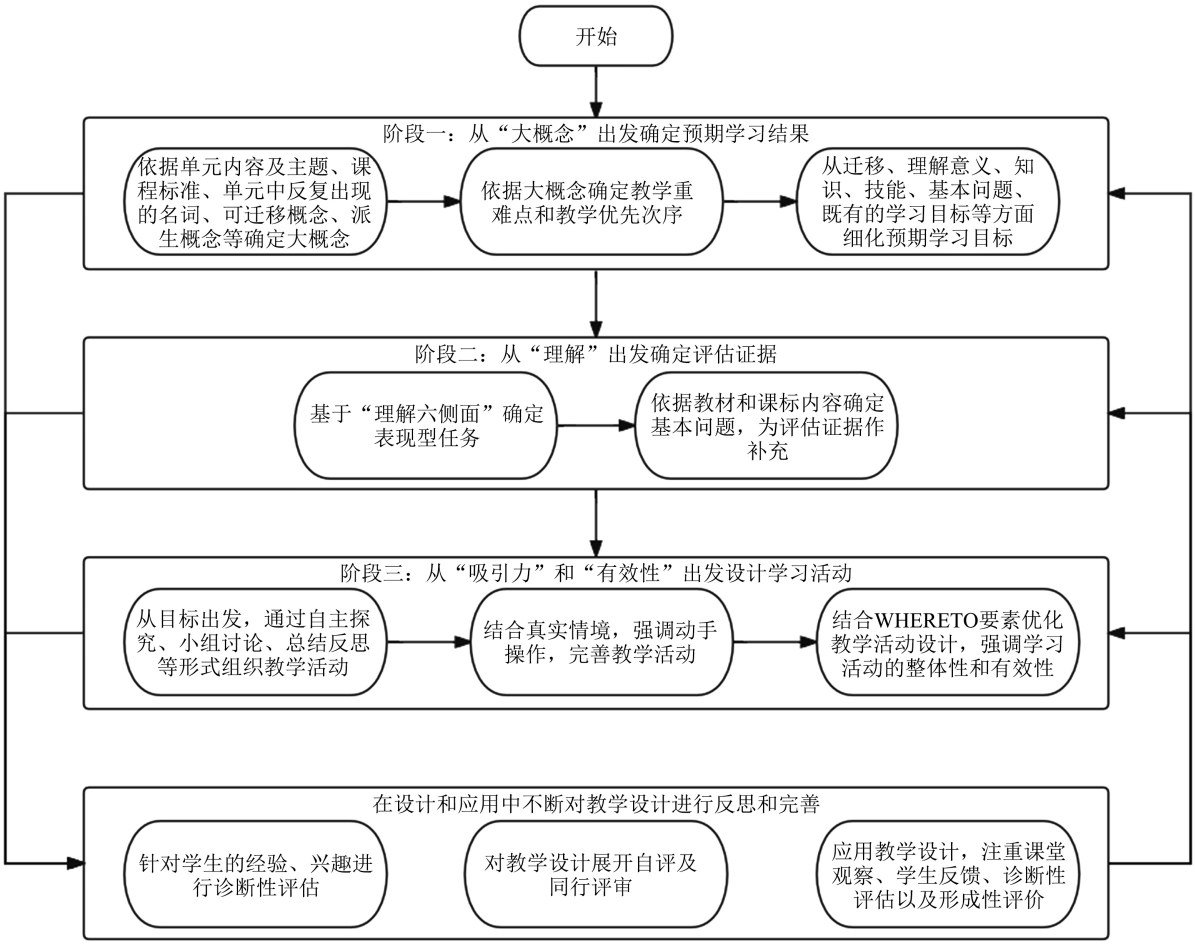

Figure 2. Flowchart of unit teaching design based on the UbD framework
图 2. 基于 UbD 理论的单元教学设计流程图

在教学设计初步完成后，还应该通过自评、教师互评等形式对教学设计进行完善。同时在实施教学设计时还应注重学生的反馈，从而进一步优化教学设计，使其更贴合学生的实际情况，更好地帮助学生理解大概念。

3. 基于 UbD 理论的“能量”单元教学设计案例

教科版小学科学六年级上册“能量”单元共有七节内容，涉及到的学科核心概念为“能的转化与能量守恒”。单元内容的编排以主题“能量”为中心，围绕能量的形式、能量的转化和能源与可持续发展这三个大概念展开，再细化为多个单元小概念，如图 3 所示。

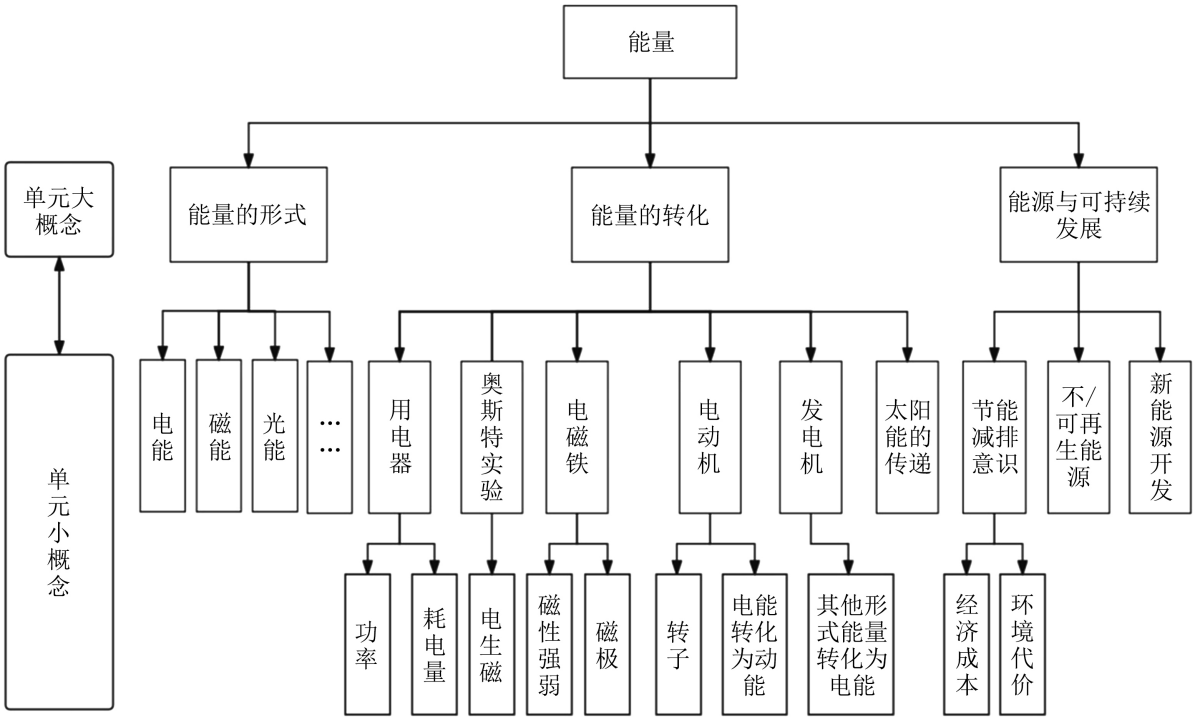

Figure 3. Conceptual relationship diagram of the “Energy” unit
图 3. “能量”单元概念关系图

可见“能量”单元的大概念明确集中。同时，基于 UbD 理论的教学设计是一种按照“教学目标–教学评估–教学活动”的顺序展开的逆向单元教学设计模式，将大概念融入到每节课的教学中，将每节单课的内容融入到单元整体的教学设计中，反而更能够体现出课程内容的连贯性和整体性，更贴合学生的认知规律。

3.1. 阶段一：从“大概念”出发确定预期学习结果

基于 UbD 理论的教学设计以目标为导向。在“能量”单元中，首先根据课程内容及课程标准确定出学生需要理解的大概念。此处大概念的“大”不是指包含知识的范围广，而是一种“核心”，是一种“上位”，具有较高的迁移价值[5]。因此从大概念出发逐步细化，有利于教师思考教学中的重难点及教学内容的优先次序。教师厘清单元教学的大概念和教学优先次序后，可以从学习目标、理解、基本问题、将掌握的知识和技能等多个方面综合确定预期单元学习结果。预期学习结果的设计如表 1 所示，其中“既有的学习目标”是指长期的目标，往往来自于内容标准、课程目标等，为单元目标的设定提供了基本依据。其中“理解”是指学生在经过探究、表现和反思获得内容和课程的含义。“基本问题”并不设置标准答案，而是鼓励学生在讨论、反思、辩论和解决问题的同时产生对大概念的深入理解。“知识”指通过本单元学生应该获得的知识内容。“技能”指学习后学生能做什么，包括技术、方法和程序等等。

Table 1. Design of expected learning outcomes for the “energy” unit
表 1. “能量”单元的预期学习结果设计

既有的学习目标：
G-1：知道生活中存在多种形式的能，不同形式的能可以相互转化。
G-2：能基于事物的结构、功能等展开想象，基于科学原理提出新颖、合理的观点，进行创意设计。
G-3：初步具有获取信息、运用科学方法描述和处理信息并得出结论的能力，初步具有交流、评价、反思、改进的能力。
G-4：了解科学、技术、社会、环境之间的相互影响，有保护环境、节约资源的意识。

理解：
学生将理解……
U-1：世间万物都是运动的，能量是对物体运动的一种描述。
U-2：不同形式之间的能量可以相互转化，一种形式的能量可以同时转化为多种其他形式的能量。
U-3：每一种能量形式都需要付出一定的经济成本和环境代价。
U-4：太阳能是自然界最大的能量来源，是地球上绝大多数生命体直接或间接的能量来源。

基本问题：
Q-1：你身边常见的能量形式有哪些？
Q-2：能量之间发生了哪种形式的转换？
Q-3：每一种能量形式所付出的经济成本和环境代价是怎样的？
Q-4：太阳的能量是怎么传递到地球上的？
Q-5：你能提出哪些节能减排的建议？

学生将会知道的知识：
K-1：学生应知道能量的形式都有哪些，不同形式的能量之间是可以相互转换的。
K-2：学生应能识别日常生活中使用了哪些能源，够区分可再生能源和不可再生能源。
K-3：学生应知道通电导线和通电线圈回产生磁性，电流周围存在磁场，电可以转换成磁。
K-4：学生应了解电磁铁的结构。
K-5：学生应认识电动机的主要构造，知道电动机的工作原理——电动机是利用电产生动力的机器。
K-6：学生应知道太阳是自然界最大的能量来源。

学生将掌握的技能：
S-1：结合实际情境分析物体能量的变化。
S-2：能读懂家用电器铭牌上的功率等信息，会估算家用电器的耗电量和电费支出。
S-3：应用通电线圈检测废电池并尝试解释废电池是否有电。
S-4：能够自制电磁铁，并运用指南针检测电磁铁南北极活动。
S-5：能应用控制变量法检验电磁铁的磁性强弱与什么因素有关。
S-6：能实施调查活动，识别并控制变量，讨论反思并改进，用探究过程中得到的数据作为证据支持自己的观点，养成证据意识。

3.2. 阶段二：从“理解”出发确定评估证据

UbD 理论下的评估任务一般从表现性任务和其他评估证据两方面进行设计，能够从更多方面反应学生对知识、技能的理解程度和迁移能力，体现学生跨学科知识应用能力。因此，针对“能量”单元，依据“理解六侧面”设计表现性任务，并结合提问、课后作业等形式形成具体的评估证据，如表 2 所示。其中表现性任务能够考查学生对大概念的理解和应用，使学生能利用所学的知识解决真实情境中的问题或回答开放性问题，是衡量学生概念理解的重要尺度。因此针对每一项具体的表现性任务分别给出不同的评估标准，在后续课堂教学中，涉及到下述任务时可以依据评估标准由教师评分或小组内生生互评，以此判断学生的理解程度。

Table 2. Design of teaching assessment evidence for the energy unit
表 2. “能量”单元的教学评估证据设计

表现性任务：

具体任务	理解维度	评估标准		
		5 分	3 分	1 分
讨论能量为什么对于现代人的生产和生活有很大意义。	解释洞察	能从多个角度出发结合实例讨论。	能从单一角度出发结合实例说明。	仅能说出结论，不能结合实例说明。
利用电磁铁以及电磁铁的性质来设计一些有利于日常生产生活的装置。	应用	能深度理解电磁铁的基本原理，设计出合理的生产生活装置，或改善已有的电磁铁装置。	能明确电磁铁的基本原理，解释常见电磁铁装置的工作原理。	仅能举例说出应用电磁铁的装置，不能理解电磁铁的原理。
通过观察日常生产生活，谈谈对能源开发和利用的看法。	洞察	能从不同角度阐明自己批判性的见解，并使用已经学过的知识进行支撑。	能从单一角度阐明自己的看法，并使用已经学过的知识进行支撑。	仅能简单描述能源开发和利用是好是坏。
以“能量”为主题以小组为单位编写一部科普剧本并进行演绎。	移情阐明	能共情剧本中的角色，并通过创作和演绎剧本传达主题意义。	能共情剧本中的角色，但未能通过剧本传达一定寓意。	仅能创作和演绎浅表的没有寓意的剧本。
从节能减排的角度审查自己的生活习惯，从节约能源的角度辨别习惯的好坏，提出改进方法。	自知	能自觉质疑和反思自己的生活习惯，敢于面对自己的不良习惯并更正，理解行为背后的原理。	能说出自己哪些习惯是好习惯或需要改正的习惯，并能够理解其原因。	仅能说出哪些行为是有利于或不利于节能减排的，但不能说明其原因。

其他评估证据：

利用提问、小测验、课后作业等方式来评估学生对知识技能的掌握和理解情况。
1) 知道日常生活中常见的能量形式及相互之间如何转化。
2) 说出电磁铁的结构，知道电磁铁的概念、性质以及应用。
3) 知道并能够区分可再生能源和不可再生能源。
4) 理解家用电器铭牌上的功率等信息。
5) 知道小电动机的结构以及各个部分是如何相互作用共同工作的。
6) 知道太阳如何为我们提供能量。
7) 说出发电的方法并知道该过程中能量是如何转化的。
8) 知道通电导线和通电线圈具有磁性。

3.3. 阶段三：从“吸引力”和“有效性”出发设计学习活动

学术性的大概念较容易引起学生的误解，且往往很抽象、难以引起学生兴趣。因此教师应在保证学习活动与学习目标、评估证据相一致的前提下，从目标出发，通过自主探究、小组讨论、总结反思等形式组织教学，结合真实情境，使学生在学习“能量”相关知识技能的同时感受能量在生活中的应用及其重要性，激发学生探究兴趣。

针对“能量”单元，学习活动的设计分 2 个主题、共 7 个课时展开，对本单元教材进行了内容整合和顺序调整，其中“我们身边的能量”包含 3 个课时，“电能与磁能”包含 4 个课时，这样处理的原因如下：(1) 与学生头脑中已有的认知结构相匹配。学生在 3、4、5 年级相继学习过能量的相关知识，初步了解了电能、机械能等能量形式，有了一定的节约意识，因此先学习自然界及日常生活中的能量遵循学生的认知规律。(2) 有助于学生从整体视角开展学习。先认识各种能量形式及能量之间的转化，再着重细致地学习电能和磁能这两种常见但相对抽象的能量形式，从全局出发，由大到小，使零碎的知识点得到整合，有利于学生构建有关能量的知识框架，在已有的认知结构上形成新的生长点。以“我们身边的能量”主题(第 1~3 课时)为例，基于 UbD 理论的学习活动设计如表 3 所示。

Table 3. Learning activity design for the theme “energy around us” (Lessons 1~3)
表 3. “我们身边的能量”主题(第 1~3 课时)的学习活动设计

主题	基本问题	学生将会掌握的知识/技能	学生将理解	具体学习活动
《我们身边的能量》(3 课时)	Q-1 Q-2 Q-3 Q-4 Q-5	K-1 K-6 S-1 S-2 S-5 S-6	U-1 U-2 U-3 U-4	**第 1 课时：** 1) 以与能量相关的图像为导入，回顾“能量”，了解本单元的学习目标，明确基本问题以及在本单元学习过程中需要完成的主要表现性任务(W、H)。 2) 结合汽车运动的视频和图片，小组交流讨论：运动的汽车具有什么能量，以及这些能量来自哪里(E-1)。 3) 观察和回忆日常生活，思考并交流讨论我们周围存在哪些能量的表现形式，这些能量形式又让物体产生了什么变化，将讨论结果填写到记录表中(E-1)。 4) 结合食物链图片，小组讨论“太阳如何为我们提供能量”，组间互评、探讨，最后得出结论(E-1、E-2)。 5) 调查并记录用电器说明书或铭牌上标注的功率、容量等信息，留意它们的使用时长，将数据记录在活动手册的记录表中(E-1)。 **第 2 课时：** 1) 观察电灯、燃气灶、太阳能热水器等的图片或视频，分析他们工作时需要用到什么能量，感受能量的转换(E-1)。 2) 初步了解什么是功率以及电量的计算方法。利用家电使用情况调查表，计算自己家庭电器耗电情况，交流讨论谁家用电量更大，并通过交流分析思考怎样才能减少对某些家电的依赖(E-1、O)。 3) 观察日常生产生活，小组交流，从不同的角度分析对能源开发和利用的看法(E-1、R)。 4) 回顾之前学过的多种多样的能量形式，讨论哪些能源是可再生的哪些是不可再生的(R)。 **第 3 课时：** 1) 结合自己搜集的资料和前两节课的感悟，绘制一版以“节能减排”为主题的手抄报，审查并反思生活习惯中有哪些是节约能源的好习惯，从节能减排的方面讲，还需要改正哪些生活习惯(R、E-1、T、E-2)。

3.4. 设计与调整

首先在设计阶段，可以针对学生的经验、兴趣进行诊断性评估，如对本单元的教学内容展开顺序调整和整合以适应学生的认知。其次在教学阶段，可以通过课堂观察、学生反馈、表现性评价及形成性评价来对教学设计展开评估，还可以在每周或每单元教学结束后通过匿名调查的方式了解哪些活动是起作用的，哪些是无意义的，如发放匿名调查问卷：“哪些活动对你是没有帮助的？为什么？”最后，在设计的各个阶段，都可以通过自评、同行互评等方式获得反馈。只有循环往复地对教学设计做出调整，才能够更好地贴合学生实际情况，更好地达到预期学习结果。

4. UbD 理论对教学设计的启示

4.1. 围绕“大概念”，注重教学目标的可操作性

本单元基于“大概念”展开教学设计，使学生从整体上对学习内容进行把控。新课程标准背景下，科学课程旨在培养学生的核心素养，为学生的终身发展奠定基础。因此教师对课程的设计就不能够仅关注书本知识，教学也不能够仅靠简单的灌输或堆砌上，而是应该从课程标准、教材、实际价值等多方面总结学生应掌握的大概念，从大概念出发明确学习目标，依据学习目标制定检验学生理解程度的评估证据，进而设计相应的学习活动。同时为了学生能够真正理解学习内容，吸收大概念，教师在确定学习目标时应当确保目标是具体的、可操作的、学生可以理解的。此外还应注意教学目标、教学评价以及教学过程的一致性，相互统一、相互映射。

4.2. 突出“理解”，注重学生对知识的应用迁移

本单元采用先制定学习评价、再设计学习活动的逆向教学设计模式，能够在一定程度上引导教师思考“什么样的学习活动才能有助于学生真正理解知识”。同时本单元涉及到很多与日常生活有关的内容，如电动玩具车的工作原理、发电机的工作原理等。在学习上述内容时，合理安排学习活动能够提升学生的学习兴趣和积极性，开阔学生的思维；同时勾连上下知识点的内容设计更符合学生的认知规律，有利于学生真正地理解概念及现象背后的本质，并应用所学知识解决现实问题，而不仅仅是接受知识应对考试。因此教学内容的选择、教学目标的制订以及教学活动的设计都应服务于学生的理解，并始终把学生对知识的理解、应用与迁移作为评估学生学习的重要标准，使学生在学习的过程中能够真正架构知识，掌握技能。

4.3. 不断完善，注重从反馈中进行反思

本单元基于 UbD 理论展开教学设计，以大概念为导向，以学生理解为目标，设计流程清晰明确，但设计过程却不是“一劳永逸”的。在本教学设计中，基于课程标准、教材、学生情况、真实情境等设计出课程目标、评估证据、学习活动后，一方面要依据 UbD 标准对单元教学设计进行自评，邀请同行和专家做出评价，以此改进设计；另一方面还可以通过对学生进行诊断性评价、形成性评价和总结性评价来分析教学过程，获取有益的反馈，知道哪些内容或活动对学生起作用，哪些需要改进或删除。因此教学设计是一个循环往复、不断完善的过程，需要在交流、观察等方式中得到反馈，进而反思并优化。这同时也要求教师自身首先应当具备较高的科学素养和生活常识，对要展开的教学内容有正确灵活的见解。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准(2022 年版) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.

[2] 威金斯, 麦克泰格. 追求理解的教学设计[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2017.

[3] Watts, D.M. (1983) Some Alternative Views of Energy. *Physics Education*, **18**, 213.
[4] 李松林. 以大概念为核心的整合性教学[J]. 课程·教材·教法, 2020, 40(10): 56-61.
[5] 温·哈伦. 科学教育的原则和大概念[M]. 北京: 科学普及出版社, 2011.