

基于大概念与逆向教学的高中物理单元 学历案设计

——以《动量守恒定律》单元为例

盛乙婷

杭州师范大学物理学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年5月29日; 录用日期: 2025年7月8日; 发布日期: 2025年7月17日

摘 要

科技的进步总是伴随着科学教育模式的不断改革与创新, 用大概念指导教学的思想在教育改革中也逐渐受到重视。但在实践中发现改革推进存在一定问题, 而遵循逆向教学的单元学历案正好能够有效地解决当前知识教学零散化、学习层次浅表化以及核心素养难以落实的改革困境, 从而更为有力地推动教学改革的深入进行。本文通过对大概念、逆向教学、单元学历案设计与应用进行了相关研究, 明晰大概念是进行单元学历案设计的理想起点。再针对高中物理《动量守恒定律》单元, 提炼课程中的上位大概念“运动与相互作用观”, 采用“教-评-学”的模式, 基于大概念理念完成了单元学历案设计, 促进学生的深度学习。本文研究致力于以较新的视角为高中物理教育提供基于大概念的单元学历案设计策略, 探索出更为合适的教学思路与方法。

关键词

大概念, 逆向教学, 高中物理, 单元学历案, 动量

High School Physics Unit Learning Plan Design Based on Big Concepts and Backward Teaching

—Taking the Unit of “Momentum Conservation Law” as an Example

Yiting Sheng

School of Physics, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

Received: May 29th, 2025; accepted: Jul. 8th, 2025; published: Jul. 17th, 2025

文章引用: 盛乙婷. 基于大概念与逆向教学的高中物理单元学历案设计[J]. 创新教育研究, 2025, 13(7): 300-314.
DOI: 10.12677/ces.2025.137528

Abstract

Technological progress is always accompanied by continuous reform and innovation in scientific education models, and the idea of using big concepts to guide teaching is gradually gaining attention in educational reform. However, in practice, certain problems have been found in the promotion of reform, and unit learning plans that follow reverse teaching can effectively solve the current reform dilemma of fragmented knowledge teaching, superficial learning levels, and the difficulty of implementing core competencies, thereby more effectively promoting the in-depth advancement of teaching reform. This paper conducts relevant research on big concepts, reverse teaching, and the design and application of unit learning plans, clarifying that big concepts are the ideal starting point for the design of unit learning plans. Then, focusing on the high school physics unit “Law of Conservation of Momentum”, it extracts the higher-level big concept of “motion and interaction” from the curriculum, adopts the “teach-evaluate-learn” model, and completes the unit learning plan design based on the big concept idea to promote deep learning among students. This paper is committed to providing big concept-based unit learning plan design strategies for high school physics education from a relatively new perspective and exploring more appropriate teaching ideas and methods.

Keywords

Big Concepts, Backward Teaching, High School Physics, Unit Learning Plan, Momentum

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. 引言

自 21 世纪初以来,面对新时代对创新型和社会化人才的需求,全球范围内的国家纷纷开启基础教育的课程改革,以此来革新传统的教育观念和教学方法。随着国际竞争力的日益提升,全球基础教育改革的浪潮也愈加猛烈,我国也在对基础教育课程体系进行深层次改革。相应的高中物理学科进行了新课标改革,在《普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)》中,提出“重视以物理大概念为核心,使课程内容结构化,以主题为引领,使课程内容情境化,促进物理学科核心素养的落实”[1]。在新课标中,重点体现了学科核心素养和大概念的重要思想,“大概念”教学理念也日益受到关注。大概念作为一种全新的教学思想,强调在教学设计中整合核心概念,通过更宏观的视角促进学生对学科知识的深入理解 and 应用,具有统摄性。所以运用大概念指导高中物理教学是符合时代趋势势在必行的,并且有助于学生深层次的学习。

根据实际情况显示,尽管近年来教育改革已经逐步推行,但改革的理念并没有深入地渗透到课堂教学中,核心素养的培养和大概念的教学在许多情况下尚未得到充分体现。众多教师在传统教学观念影响下,对于如何在教学中有效实施大概念的理念仍缺乏深刻理解和具体的实践策略。因此,我们必须增强核心素养培养的可操作性,明确大概念内涵,细化实施步骤,着力培育学生适应社会发展所需的“学习力”,而“学历案”正是针对这些问题所提出的有效解决方案[2]。单元学历案旨在突破传统课时设置的限制,从更宏观的视角出发,强调单元整体教学的重要性,并据此设计出一套单元教学方案。能够有效应对当前教育实践中普遍存在的知识教学零散化、学习层次浅表化以及核心素养难以落实等实际问题[3],

以推动教育质量的全面提升。

在大概念理念的指导下,对高中物理单元学历案设计进行研究,不仅顺应教育改革的发展趋势,更是推动教育现代化进程的重要一环,也有利于显著地提升教学和学习效果,为学生的全面发展奠定坚实基础。但“学历案”作为一个刚被提出不久的概念,还没有在教育领域得到广泛的应用,需要被进一步探索并运用于实践。

2. 大概念、学历案逆向设计的内涵与特点

2.1. 大概念与学科大概念

大概念,英文 Big Concepts,在许多地方也被称为大观念。在教育领域,关于大概念的起源,其历史可追溯到杜威、布鲁纳时期[4]。杜威首次强调将关键性概念作为连接学科内容与学生已有知识的桥梁的重要性。这些关键性概念有助于提升学生学习经历的适用性,这在某种程度上体现了大概念的早期雏形。菲尼克斯在其著作中强调了“代表性概念”在课程设计中的核心地位。他提出,每个学科都有其独特的特征概念,深入理解这些概念相当于掌握了该学科的知识精髓[5]。他还指出,大概念具备独有的属性,不仅能促进新知识的形成,还有助于初学者的学习过程,这里是第一次提到大概念这一词。2010年,英国科学教育学者温·哈伦给出了科学大概念的定义,即能够解释和预测广泛自然现象的概念[6]。她还探讨了怎样提炼挑选科学大概念、以及将小概念提炼为大概念,并提出了基于大概念进行教学的方法。自哈伦的著作发表之后,大概念理念在国外教育界引发了广泛关注,并且在近几年内迅速增多,对大概念的内涵越来越清晰。在教学模式方面,韩国天主教大学的邦·达米研究团队以大概念为中心开发了金字塔模式的小学综合科学课程框架,金字塔模式由大概念、跨学科概念、学科概念以及示例模块四个部分组成[7]。美国俄亥俄州州立大学学者辛妮·沃克以线性链模式提出了围绕大概念的课程设计步骤,包括大概念、合理论证、关键概念、探索问题。宝琳娜·布拉沃·冈萨雷斯&迈克尔·J·赖斯认为“大概念”能够使学生更好协作并在课程的不同部分之间建立联系,但通过调查发现许多教师对大概念和综合科学教学方法的重要性缺乏了解,依旧保持传统的教学模式[8]。周密等学者主张,大观念深刻体现学科精髓,作为核心概念框架,它贯穿教学内容,引领并整合教学与学习的全过程[9]。通过对国内外大概念教学方面的研究梳理可知,大概念在学科教学和课程构建中的应用研究已达到成熟阶段,也产生了显著且深刻的影响,能为基础教育阶段的单元教学提供创新且富有实效的设计思路与方案,有助于优化教学流程,提升教学质量。但是在实际教学实践中还未能广泛运用,很多教师仍旧没能掌握大概念的理念。

学科大概念是学科核心要素,位于学科架构的中心位置,能够体现学科本质的关键所在,具备极强的适应性和阐释力,是学科思想或观点的精髓所在。学科大概念有助于我们深入剖析学科结构,揭示学科内在规律,进而推动学科知识的系统化和深化。在新课标中,明确指出了“物理观念”是物理学科核心素养的四个方面之一,并提炼出了物质观、运动与相互作用观、能量观等核心物理大概念。

2.2. 逆向教学设计

逆向教学本身是一种单元教学的设计框架或思路,并不能作为切实的教学设计直接实施[10]。它区别于传统的教学方式,遵循着一种独特的逻辑顺序“教-评-学”,即“目标设定-评价设计-教学过程构建”。在这一流程中,教师首要任务是明确预期学习结果即单元学习目标,这些目标应具备可评价性,即它们必须能够在单元教学中被有效衡量并判断是否实现。若目标无法满足这一要求,教师需重新审视并修订目标,以确保其可评价性。这一修订过程有助于教师更精准地把握单元教学目标的实质。然后,教师依据设定的目标进行评价设计,将评价作为教学过程中的关键环节。评价设计完成后,教师进而构建教学过程,将评价自然融入其中,确保教学进程的每一步都紧密围绕评价展开。只有当学生掌握当前

阶段的内容后，教师方可推进至下一阶段的教学，从而充分发挥评价的导向作用，引导教学活动有序、高效地进行。

在实践中，逆向设计需要教师具备全局观念和系统思维，能够站在学生的角度思考问题，关注学生的学习需求和认知规律。不仅关注知识和技能的传授，更重视学生的思维与表达能力的培养，旨在全面提升学生的学科核心素养。

2.3. 学历案的内涵和设计模型

“学历案”一词是由我国华东师范大学崔允漷教授提出的。学历案，作为一种专业教学方案，相较于现在传统的教案和学案，更侧重于学生学习历程的深度挖掘和检验是否学会的评价反思。在设计学历案时，需要着重凸显以学生为本的学习主体地位，教学活动紧密围绕清晰可界定的教学目标展开。根据学生的学习状态和进度，灵活调整教师的教学策略，同时在师生共同参与的学习过程中，融入可量化、可评估的评价依据，以确保教学效果的精准把握和持续优化。其在最初命名和设立时，借鉴了医院用于治疗 and 记录的“病历”概念，反映了对教师专业性和严谨性的强调，类似于医生对待病人的方式[11]。学历案被视为教师有效教学和学生高效学习的个性化、精准化学习的辅助工具，它是教师专业教学的重要组成部分。笔者通过广泛查阅知网、维普等各学术网络资源，发现关于学历案的文献相对较少，尤其是在学历案设计与应用方面的研究成果并不多见。同时，对单元学历案的研究也相对匮乏，这表明该领域尚存在较大的发展空间，亟待进一步的深入探索和研究。

2.3.1. 体现以学生为中心的特点

单元学历案是在学历案的基础上，教师为了让学生更加深入地理解与学习教材，以单元为单位而开发的一种课程文本。它以学生为中心，从学生视角出发，其核心目的在于深化学生对知识点的理解，掌握相关技能与知识，进而达成明确的学习目标。与传统教案相较，单元学历案突出一个“历”字，将焦点放在“学习过程”而非单纯的“教学实施”，强调学生如何有效地学习、理解及掌握知识，以及教师如何有针对性地指导这一过程。其设计并非对教材内容的简单复制，而是基于对学生学习过程的深入分析与反思，突破传统课时设置的限制，从更宏观的视角出发，强调单元整体教学的重要性。一份完整的单元学历案主要由以下六个部分组成：单元主题与课时，单元目标，单元评价任务，学习过程，作业与检测，学后反思[12]。

2.3.2. 教 - 评 - 学一致性的编制流程

高中物理单元学历案的设计主要遵循逆向设计的教学理念。卢明、崔允漷在教案的革命 2.0：普通高中大单元学历案设计中给出了比较完整的设计模型，如图 1 所示[13]。首先，通过分析课标、教材与学情，明确单元的核心主题，并采用科学的方式，如大概念、大任务、大问题、大项目，来组织单元内容，同时合理安排学习课时；其次，依据课程标准，确立整个单元的学习目标；随后，根据单元目标设计相应的评价任务；在此基础上，分课时规划学习过程，将单元学习目标细化为每课时的具体目标，并融入相应的课时评价任务。学习过程的设计可借助任务单和问题串的形式，确保遵循高中物理知识的内在逻辑，展现学习的递进性；接下来，对单元作业与检测进行整体规划与分层设计；最后，设计学后反思环节，构建反思框架，以便学生能够有效地进行自我总结与提升。

3. 基于大概念设计单元学历案的可行性与必要性

大概念在单元学历案设计中的地位是至关重要的，它不仅是设计的理想切入点，更是统领和构建整个方案的基础。这是因为大概念位于知识与观念金字塔的顶端，它是对众多离散知识概念的提炼和升华，

具有高度的概括性和抽象性[14]。这种特性使得大概念能够像一座灯塔，打破学科知识的局限，为学生的学习指明方向，引导他们从更宽广的视角理解并探索物理现象、从繁杂的知识中提炼出核心要义，从而有助于构建更为全面和深入的知识体系。

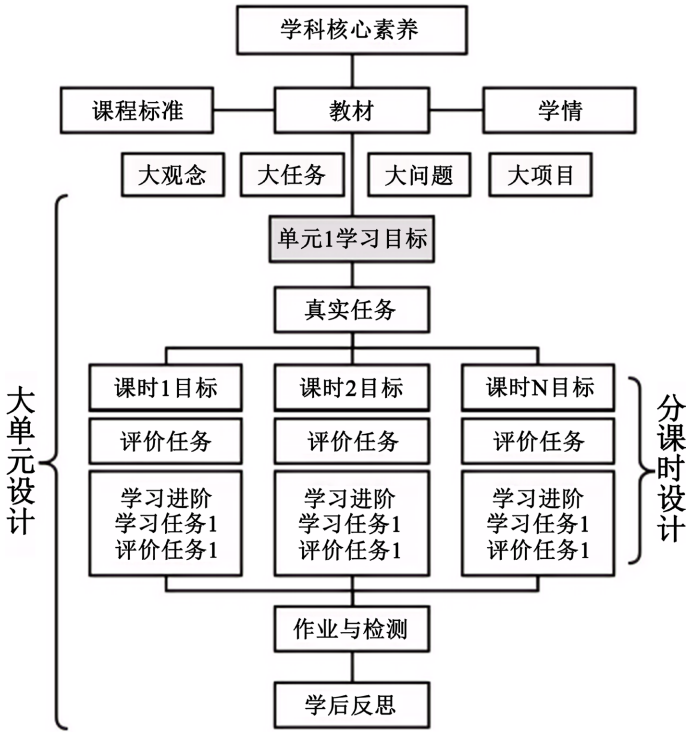


Figure 1. Large unit learning plan design model
图 1. 大单元学学历案设计模型

在单元学学历案设计中，我们需要将众多的知识点和概念进行有机整合，形成一个完整的学习单元。而大概念的网络中心性，使其能够自然而然地成为这些知识点和概念的交汇点。通过大概念，我们可以将原本离散的知识进行有机串联，构建成一个紧密相连的知识网络。这有助于学生更深入地理解掌握知识的内在联系，从而构建系统化的知识结构，提升学习效果。

而且，单元学学历案设计的整体性特点与大概念的核心地位相得益彰。单元学学历案设计强调对学习内容的整体把握和系统规划，而大概念正是实现这一目标的关键。以大概念为统领和基础，我们可以更加清晰地勾勒出学习单元的主线和框架，确保学生在学习过程中能够始终保持清晰的思路和目标。

所以综上所述，大概念、逆向教学与学学历案形成三维联动，大概念作为顶层框架，确定学学历案的知识整合方向与素养发展目标。逆向教学提供设计路径，确保学学历案从目标出发，通过评价引导学习过程。学学历案作为实践载体，将大概念与逆向设计转化为具体的学习体验，实现“教-学-评”一致性。这么做能够帮助我们更好地整合和优化学习资源，更加高效地组织教学内容，设计出既契合教育标准又能激发学生兴趣的教学活动，提高学生的学习效率和质量，培养他们的创新思维 and 实践能力。

4. 《动量守恒定律》单元学学历案逆向设计示例

4.1. 具体单元分析，提炼大概念

大概念是一个上位的概念，可以采取自上而下或自下而上的路径去提炼。接下来我将先对《动量守

恒定律》这一单元进行课标、教材与学情的分析，提炼出单元大概念与相应的小观念，重构教学内容。

4.1.1. 课标分析

新版发布的课程标准对本单元的要求有以下三点，如图2所示[15]：

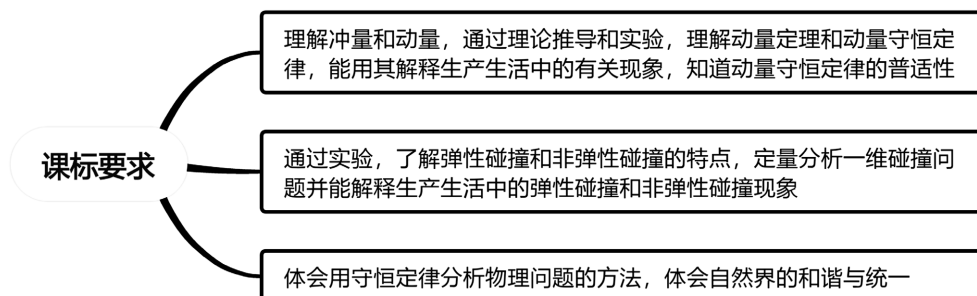


Figure 2. Curriculum standards requirements

图2. 课程标准要求

根据课标我们可以看出，本单元涉及的大概念主要是运动与相互作用观。学生会在这一单元认识动量、动量变化量与冲量等基本概念，结合牛顿第二定律通过严谨的推理得出动量定理并能够运用，在此基础上，通过实验与推导得到动量守恒定律，能用其分析各种物理问题，认识到守恒思想在物理学以及生产生活中的重要作用。

4.1.2. 教材分析

本单元是人教版高中物理选择性必修第一册上册的第一章。本章教材由6个小组的课程构成，涉及到的具体的知识点有：1) 动量、冲量的概念、单位、矢量性；2) 动量定理，及其适用条件与应用；3) 动量守恒定律，验证实验，应用；4) 弹性碰撞与非弹性碰撞的区别与特点。本单元的设计与之前教材有一定的不同之处，在传授知识的同时也非常注重培养学生的科学探索能力，强调物理学与生活中的守恒思想。

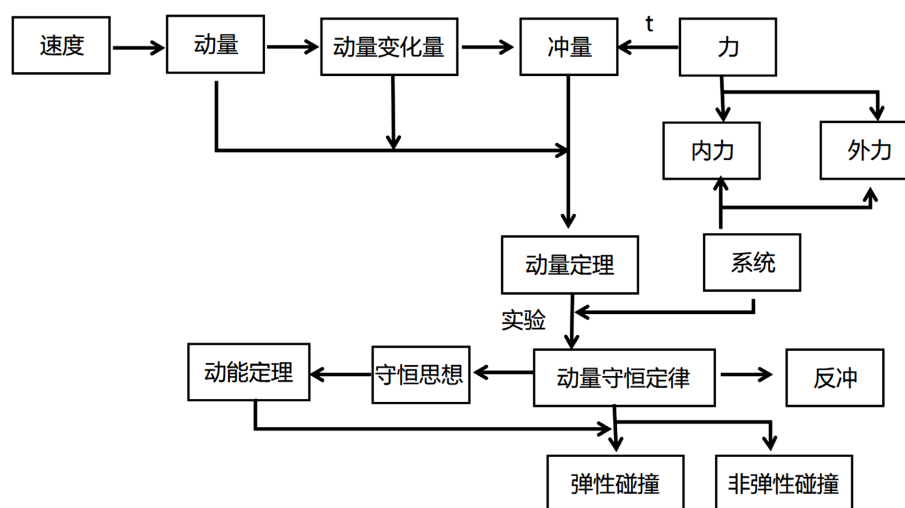


Figure 3. Teaching knowledge network

图3. 教学知识网络

根据整理得到如图3所示的教学知识网络，整体来看，动量和动量守恒定律在高中物理中占据了非常重要的作用，也进一步让学生树立了运动与相互作用观。教材从小球碰撞的实验现象入手，提出问

题，引起学生的好奇心，随后围绕这个现象的原因，设计了一个演示实验，让学生进一步探索碰撞中的不变量。通过这种方式，引入动量的同时提高学生科学探究的能力，感受自然界的和谐与统一。动量概念是本章的一个核心，也为后续学习奠定了基础。教材再结合冲量，通过严谨的推理，得出动量定理与动量守恒定律，并展现其应用。在掌握动量守恒定律后，紧接着安排了实验来验证动量守恒定律。最后两节弹性与非弹性碰撞、反冲现象及经典应用火箭，都是动量守恒定律在真实、有意义的情境中的运用，要求学生能够运用所学的守恒定律与思想解决实际问题，贯彻学科核心素养。

4.1.3. 学情分析

从认知水平上来看，学生在学习这单元之前，已经学习了力学和电学的基本知识，如牛顿运动定律，动能定理，能够运用牛顿第二定律和运动学的公式对物体的受力与运动情况进行简单的分析与推导，对守恒的思想方法也并不陌生。已经初步形成了物质观、运动与相互作用观和能量观，但还没有非常全面系统。本单元要学习的动量和动量守恒定律是一个相对抽象和高级的物理概念，涉及到物体之间的相互作用以及系统动量的变化，它要求学生能够将之前学习的知识点进行整合，并从一个全新的角度去理解和分析问题，所以学生在这单元的学习中可能会遇到一些认知上的挑战。因此，在教学中，教师需要注重从具体实例出发，引导学生逐步建立动量守恒的概念。

从学习能力和情感态度上来看，高二的学生已经学完了三本必修课程，具备了较强的逻辑思维能力，能够在教师的引导下将简单的实际问题转化为物理模型，并运用逻辑推理和演绎等方法进行分析和解决。学生也已经做过了许多实验，具备良好的观察能力和实验动手能力。动量守恒定律的验证和应用往往需要通过实验来完成，因此学生需要能够仔细观察实验现象，记录实验数据，并根据实验结果进行分析和总结。学生对客观世界的未知和现象充满了好奇，有很大的探索与求知欲望，所以教学应该更多的结合生活实际，设计一些有趣的实验活动，引导学生进行探索和分析具体问题，帮助学生建立正确的思维方式和解题思路。

4.1.4. 单元大概念与课时划分

在整个单元的学习过程中，学生经历从实验到理论再到实践，最终掌握动量和动量守恒定律，并能用这些知识来解释生活中的相关问题并应用于真实有意义的情景，认识到运动与相互作用的研究、守恒思想对社会发展的重要意义，体会到人与自然界的和谐与统一。

综上所述，本单元主要涉及的大概念是运动与相互作用观，学生要建立起对动量、动量守恒定律等的正确认识。基于对课标、教材与学情的分析，提炼出了本单元的四条大概念，如下表 1 所示。

4.2. 大概念框架下的《动量守恒定律》单元学历案

理论如何有效转化为实践，始终是教育工作者所关注的焦点。我将以人教版选修一第一章“动量守恒定律”单元为具体范例，遵循之前提及的逆向设计流程与步骤，详细展示高中物理单元学历案的设计案例，但由于篇幅问题，具体的学习进程部分只设计展示两课时。此案例旨在为一线教育工作者提供具有实际操作价值的参考，以期促进理论与实践的深度融合。

第一章 动量守恒定律

(一) 单元概览

一、你愿意接受挑战吗？

你是否曾经想过，为什么用步枪射击时会有很强的后坐力？又为什么两辆相撞的汽车会按照某种规律移动？这些看似简单的现象背后，其实都隐藏着一个重要的物理规律——动量守恒定律。正是这个神奇的规律，决定了物体在相互作用时的运动状态。

Table 1. Big concepts in the “Law of Conservation of Momentum” unit
表 1. 《动量守恒定律》单元大概念

《动量守恒定律》单元大概念：运动与相互作用观			
大概念 1：物体的运动和相互作用中存在着不变量，用动量可以描述物体运动状态 大概念 2：冲量是动量变化的原因，动量定理反映了力对时间的累积效应 大概念 3：动量守恒定律是从“动量”的角度来描述物体间的相互作用的，是自然界普遍适用的实验定律 大概念 4：动量观和能量观对于解决生产生活中的问题有重要意义			
课时 1：探寻物体碰撞等运动中的不变量 二级概念 1.1：多变的世界中存在着许多不变量，许多宏观微观物体碰撞时，质量和速度的乘积和基本不变 二级概念 1.2：质量与速度的乘积定义为动量，是一个矢量，可以用动量来描述物体的运动状态	课时 2：动量定理的推导与应用 二级概念 2.1：力的冲量表示力与力的作用时间的乘积 二级概念 2.2：动量定理表示力在一段时间内连续作用的累积效果与动量变化之间的关系，能反应物体运动状态变化与相互作用之间的关系 二级概念 2.3：运用动量定理，我们可以解释很多生产生活中的现象	课时 3：探究相互作用两个物体的动量变化关系 二级概念 3.1：运用牛顿第三定律和动量定理可以推导动量守恒定律 二级概念 3.2：一个力学系统受到的力的作用分为内力合外力 二级概念 3.3：动量守恒定律对于宏观、微观、低速、高速系统都适用，牛顿运动定律只适用于宏观低速情况 二级概念 3.4：合理的实验设计和操作过程能帮助我们探索和验证规律	课时 4：守恒定律在真实情境中的应用 二级概念 4.1：弹性碰撞前后动能不变，非弹性碰撞前后动能减小，都保持动量守恒 二级概念 4.2：火箭发射是反冲现象

而在这个单元里，我们不仅要一起探索这个规律，更要通过实践来深入体验它的魅力。你是否曾经梦想过亲手制作一个能飞上天空的火箭？现在，这个梦想即将变为现实！我们将一起制作属于我们自己的水火箭(如下图)，通过实际操作来感受动量守恒定律的神奇作用。在制作和发射水火箭的过程中，我们将更直观地理解动量是如何在物体间传递和守恒的，从而更深入地认识我们周围的世界。



图源：https://www.sohu.com/a/473705637_121124405。

所以，同学们，准备好迎接这个充满挑战和乐趣的单元学习了吗？让我们一起探索动量守恒定律的奥秘，实现制作水火箭的梦想，感受科学的魅力和力量吧！

二、你需要学习什么？

通过本单元的学习，你需要逐步建立并理解以下大概念体系：

《动量守恒定律》单元大概念：运动与相互作用观

- 大概念 1：物体的运动和相互作用中存在着不变量，用动量可以描述物体运动状态
大概念 2：冲量是动量变化的原因，动量定理反映了力对时间的累积效应
大概念 3：动量守恒定律是从“动量”的角度来描述物体间的相互作用的，是自然界普遍适用的实验定律
大概念 4：动量观和能量观对于解决生产生活中的问题有重要意义

课时 1: 探寻物体碰撞等运动中的不变量	课时 2: 动量定理的推导与应用	课时 3: 探究相互作用两个物体的动量变化关系	
二级概念 1.1: 多变的世界中存在着许多不变量，许多宏观微观物体碰撞时，质量和速度的乘积和基本不变 二级概念 1.2: 质量与速度的乘积定义为动量，是一个矢量，可以用动量来描述物体的运动状态	二级概念 2.1: 力的冲量表示力与力的作用时间的乘积 二级概念 2.2: 动量定理表示力在一段时间内连续作用的累积效果与动量变化之间的关系，能反应物体运动状态变化与相互作用之间的关系 二级概念 2.3: 运用动量定理，我们可以解释很多生产生活中的现象	二级概念 3.1: 运用牛顿第三定律和动量定理可以推导动量守恒定律 二级概念 3.2: 一个力学系统受到的力的作用分为内力和外力 二级概念 3.3: 动量守恒定律对于宏观、微观、低速、高速系统都适用，牛顿运动定律只适用于宏观低速情况 二级概念 3.4: 合理的实验设计和操作过程能帮助我们探索和验证规律	课时 4: 守恒定律在真实情境中的应用 二级概念 4.1: 弹性碰撞前后动能不变，非弹性碰撞前后动能减小，都保持动量守恒 二级概念 4.2: 火箭发射是反冲现象

三、期望你学会什么？
你将通过学习，达到这些目标：

单元大概念	具体学习目标
大概念 1：物体的运动和相互作用中存在着不变量，用动量可以描述物体运动状态	1) 科学探究：能在碰撞中发现规律，通过探究碰撞前后会有什么物理量不变的过程，领悟探究过程里猜测、推理和实证的重要性。 2) 科学思维：知道动量定义、矢量性，能在具体情境中计算动量变化量；认识动量是描述物体运动状态的物理量，在建立动量概念过程中深化运动与相互作用的观念。 3) 科学态度与责任：了解生产生活中的各种碰撞现象，体会动量与生活的联系。
大概念 2：冲量是动量变化的原因，动量定理反映了力对时间的累积效应	1) 科学思维：掌握冲量的概念，动量定理及其物理意义；能够用微元法推导变力作用下的动量定理，知道动量定理也适用于变力情况；通过对动量定理的推导体会儿力对时间的累积效果，深化相互作用的观念。 2) 科学态度与责任：在生活中遇到相关的现象，能够灵活运用动量定理解释，并用其解决问题。
大概念 3：动量守恒定律是从“动量”的角度来描述物体间的相互作用的，是自然界普遍适用的实验定律	1) 科学思维：回顾动量定理并结合牛顿第三定律，深入剖析碰撞过程中的动量变化，进而推导得到动量守恒定律；能在明晰系统内力、外力的基础上，掌握动量守恒定律及其适用条件，能够在具体问题中判断动量是否守恒；意识到定律的普适性。 2) 科学探究：能运用现有所学知识设计实验方案，选择合适的实验器材，采集记录并分析实验数据，得出准确的结论。 3) 科学态度与责任：能运用动量守恒定律分析生产生活中的有关现象。
大概念 4：动量观和能量观对于解决生产生活中的问题有重要意义	1) 科学思维：通过例子，了解弹性碰撞和非弹性碰撞，以及各自的特点；能够运用动量、能量的观点解决相关问题；认识反冲现象，能举出反冲运动的实例。 2) 科学态度与责任：通过阅览资料，感受祖国航天事业辉煌成果，坚定对国家科技发展的信心。

四、给你支招

本单元是选修一第一单元动量守恒定律。通过本单元的学习本单元，你将建立起正确的动量概念和守恒思想，并进一步建立运动与相互作用观。学习之后，还要能够联系现实，认识到动量守恒定律与我们日常的生产生活都息息相关，并学会用这些知识去解释生活现象与分析物理问题，体会自然界的和谐与统一。这也是你后续学习电磁学等知识的基础。

本单元的重点是动量概念的理解、动量守恒定律的导出理解与应用，难点是守恒条件的判断、系统的选择与分析。你可以通过评价任务来检测自己的学习情况，及时调整改进学习进度。

(二) 学习进程

第一阶段 探寻物体碰撞等运动中的不变量(2 课时)

【课时目标】

- 1) 经历寻求碰撞前后会有什么物理量不变的过程，体会探究过程中猜想、推理和证据的重要性
- 2) 知道动量定义、矢量性，能在具体情境中计算动量变化量
- 3) 认识动量是描述物体运动状态的物理量，在建立动量概念过程中深化运动与相互作用的观念
- 4) 了解生产生活中的各种碰撞现象，体会动量与生活的联系

【评价任务】

- 1) 观察并运用所学知识，小组合作设计实验验证自己的猜测，完成环节 2 表格(检测目标 1)
- 2) 完成检验 1、练习 1 (检测目标 2)
- 3) 完成练习 2 (检测目标 3)

【学习过程】

I 热身：感受生活中的碰撞现象(指向目标 4)

思考举例：碰撞是日常生活中常见的现象，观察以下几个碰撞的例子，说说你觉得有什么共同之处？并举出几个你能想到的碰撞现象。



台球的碰撞



球拍击打网球

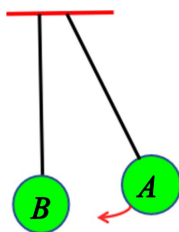


游乐园里的碰碰车

图源：<https://error.item.taobao.com/error/noitem?itemid=714417715238>；后两张为自绘。

II 环节 1：通过合理猜测并观察教师实验，猜测碰撞前后的不变量(指向目标 1)

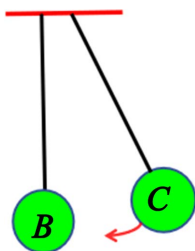
1-1 观看演示实验：两根长度相同的线绳，悬挂两个完全相同的钢球 A、B，且两球并排放置。拉起 A 球，然后放开，该球与静止的 B 球发生碰撞。



猜想: _____

结论: _____

1-2 观看演示实验: 将 A 球换成大小相同的 C 球, 使 C 球质量大于 B 球质量, 用手拉起 C 球至某一高度后放开, 撞击静止的 B 球。



猜想: _____

结论: _____

两个物体碰撞前后, 什么量可能不变呢? 结合上述两个实验, 给出你的猜想: _____

III 环节 2: 设计并动手实验, 记录实验数据, 根据数据找出碰撞前后的不变量(指向目标 1)

设计一个实验方案验证你的猜想: _____

将实验数据记录于下表中:

次数	m_1/kg	m_2/kg	$v_1/(\text{m/s})$	$v_2/(\text{m/s})$
1				
2				
3				

并对数据进行处理: _____

次数	你猜测不变的物理量碰撞前数值大小	你猜测不变的物理量碰撞后数值大小	碰撞前动能之和	碰撞后动能之和	碰撞前速度与质量乘积之和	碰撞后速度与质量乘积之和
1						
2						
3						

你的结论: _____

IV 环节 3: 通过理论学习, 掌握动量的概念、物理意义与各种性质, 并能够运用动量进行计算。(指向目标 2、3)

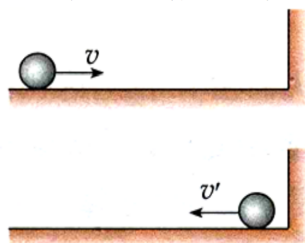
检验 1 (检测目标 2):

动量的定义: _____ 符号: _____ 单位: _____

表达式: _____ 量性: _____

练习 1 (检测目标 2):

一个质量 $m = 0.5\text{kg}$ 的钢球，以 $v = 10\text{m/s}$ 的速度水平向右运动，碰到一个坚硬物后被弹回，沿着同一直线以 $v' = 10\text{m/s}$ 的速度水平向左运动，如图所示。碰撞前后钢球的动量各是多少？碰撞前后钢球的动量变化了多少？



思考 3-1: 通过练习 1, 你能总结一下你收获了哪些知识吗?

思考 3-2: 回顾之前学过的动能知识, 思考动量和动能有什么区别与联系?

练习 2 (检测目标 3):

和同桌讨论并说出以下几种运动的动量变化情况(记住动量是个矢量):

- ① 汽车在笔直的路上匀速直线行驶
- ② 铁片和羽毛在牛顿管中自由落体
- ③ 篮球做抛体运动
- ④ 小球做匀速圆周运动

V 课堂小结与学后反思:

本节课你学会了什么? 有什么收获? 可以用思维导图形式画出。

【作业与检测】

- 1) 完成教材第 5 页的练习与应用
- 2) 完成练透对应相关习题

第二阶段 物体动量与受力之间的关系(1 课时)

【课时目标】

- 1) 掌握冲量的概念, 动量定理及其物理意义
- 2) 能够用微元法推导变力作用下的动量定理, 知道动量定理也适用于变力情况; 通过对动量定理的推导体会力对时间的累积效果, 深化相互作用的观念
- 3) 在生活中遇到相关的现象, 能够灵活运用动量定理解释, 并用其解决问题

【评价任务】

- 1) 完成练习 1、2 (检测目标 1)
- 2) 完成练习 3、4 (检测目标 2)
- 3) 完成练习 5 (检测目标 3)

【学习过程】

I 热身:

思考: 我们运输一些贵重物品时, 为什么通常用海绵、泡沫等易形变的物品进行包裹? 一个物体动量的变化和所受的力有什么关系呢?

演示实验: 同桌两两之间在固定位置以相同的速度互相快速抛一个物体, 第一次手臂收缩接, 第二次尽量保持手臂伸直去接, 感受两次所受到的力的大小。

II 环节 1: 运用牛顿第二定律和运动公式, 推导恒力与动量变化的关系(指向目标 1)

思考 1-1: 在粗糙水平面上, 有一个质量为 m 、初速度为 v_0 的物体在水平恒力 F 的作用下运动, 物体与水平面间的摩擦力为 f , 经过时间 t 后物体的速度应该为多少?



思考 1-2: 你能把这个式子整理一下, 用恒力与动量变化的形式展现出来吗?

思考 1-3: 观察整理好的式子, 你有什么发现吗? 请尝试说出你觉得物体的动量变化与所受恒力所存在的关系。

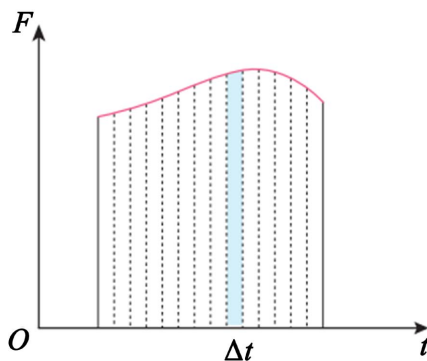
思考 1-4: 冲量是过程量还是状态量? 它与我们之前所学习的功有什么区别与联系吗?

练习 1、练习 2 (检测目标 1)

III 环节 2: 回顾利用所学知识与方法, 推导变力作用下的动量定理(指向目标 2)

思考 2-1: 我们平时生活中的物体运动时都是受到恒力作用吗? 都是匀速直线运动吗? 那变力作用时, 动量定理还成立吗?

练习 3 (检测目标 2): 回顾必修一中, 对于推导匀变速直线运动位移与时间的关系时, 用到了什么方法? 你能够用这个方法推导变力的冲量吗? 写出你的过程。



图源: 人教版高中物理必修一。

IV 环节 3: 加深对动量定理的理解, 体会力对时间的累计效果(指向目标 1、2)

(重要)思考 3-1: 你能分别用动量和动能去表示力吗? 并小组讨论这两个式子分别代表什么物理意义。

练习 4 (检测目标 2):

若一个鸡蛋 50g, 从居民楼的 25 层 (假设层高 3m) 坠下, 与地面的撞击时间约 2ms, g 取 10m/s^2 , 则该鸡蛋对地面产生的平均冲击力约为多大呢? 若是从 10 楼坠下, 与地面的撞击时间会是多久? 若在地上铺上海绵垫, 从 25 层坠下与海绵垫的撞击时间约为 5ms, 则该鸡蛋对地面产生的平均冲击力约为多大呢?

V 环节 4: 体验生活中的动量定理(指向目标 3)

思考 4-1: 通过这节课你对冲量、动量定理的学习与理解, 能说说生活中哪些现象运用到了这些知识吗? 尝试着举例并进行解释。

观看演示视频: 各种缓冲装置, 运动会跳远运动员落地, 悬挂轮胎的游船, 绑着弹性绳的蹦极者。

思考 4-2: 请运用 $Ft = \Delta P$ 对每个视频中的现象原因都进行详细的阐述: 缓冲装置为什么这么设计, 为什么沙坑比较深, 轮胎的作用是什么, 为什么绑弹性绳而不是非弹性绳?

思考 4-3: 在动量的变化量一定的情况下, F 和 Δt 有什么关系?

练习 5 (检测目标 3): 你能否用动量定理解释我们平时为什么用铁锤钉钉子, 而不是用橡皮锤。

【作业与检测】

1. 完成教材第 10 页练习与应用的第 2、3、5 题

2. 完成练透对应相关习题

【学后反思】

本节课学习了动量定理, 你能说说他和动能定理在物理意义上的区别吗? 可以阅读课本第 9 页的科学漫步, 感受科学家们的探索过程。

(三) 学后梳理与反思(单元总结)

1) 请你以知识树或思维导图、网状图的形式, 对动量守恒定律单元的知识脉络进行梳理, 画在下面空白处。

2) 与同学交流后, 感觉自己本单元的学习成效如何? 以个体为单位, 对本单元的错误题目进行系统性回顾, 并在知识树或思维导图中加以标注。通过此举, 检测本单元是否存在尚未掌握的知识点, 并与同学分享交流心得。最后, 对自己在本单元的学习表现进行客观的自我评价, 以评估学习成效。

3) 在本单元的学习中有遇到什么挫折与困难吗? 你是如何解决的? 若现在仍有不懂的知识点, 请及时找老师或者同学请教。

4) 完成本单元的单元大任务, 制作属于你的水火箭吧。

4.3. 单元学历案实施效果

在某校高二年级两个平行班开展教学实践, 实施效果通过定量数据与定性观察得到了多维度验证。从知识掌握层面来看, 实验班在单元测试中平均分较对照班提高 12.5 分, 其中动量定理应用题的正确率明显提升, 且显著高于对照班, 这表明学历案中基于大概念的知识整合与逆向设计的目标导向有效促进了学生对核心规律的理解。在实验能力方面, 实验班学生在“设计验证动量守恒的实验方案”任务中得分率提升, 尤其在“误差分析”和“系统内力界定”等高阶思维环节表现突出, 反映出学历案中实验探究历程的结构化设计切实提升了学生的科学探究能力。从定性观察来看, 课堂录像分析显示实验班学生在“动量定理推导”等抽象环节的有效发言次数是对照班的 2.3 倍, 学生能提出“为什么动量守恒定律在微观领域也适用”等涉及学科本质的问题, 体现出大概念引领下的深度思考。学生反馈方面, 85% 的实验班学生在课后问卷中提到“学历案的问题串让我意识到动量与运动状态的联系”, 78% 的学生通过学后反思环节修正了“忽略动量矢量性”的认知误区。此外, 在贯穿单元的“水火箭制作”项目中, 实验班学生的火箭射程平均达到 18.6 米(对照班 12.3 米), 且原理分析报告中对动量守恒条件的阐述完整度提升, 进一步印证了学历案将理论知识与实践应用有机结合的设计优势。这些数据与观察共同表明, 基于大概念和逆向教学的学历案设计能够显著提升学生的知识理解深度、实验操作能力与科学思维水平, 为核心素养的落地提供了有效载体。

5. 结语

在本文中, 详细探讨了基于大概念和逆向教学的高中物理单元学历案设计的理念与实践, 并以《动量守恒定律》这一高中物理学习中重要的单元为例, 进行了深入的分析与阐述。通过对大概念框架的深入解读, 深刻认识到其在物理教学中的重要价值和指导意义。大概念不仅有助于帮助学生构建系统的知识体系, 还能培养他们的物理思维能力和科学探究精神。

在具体的学历案设计过程中, 遵循逆向教学设计的逻辑顺序, 先设定明确的教学目标, 再根据目标设计评价方案, 最后构建教学过程。这种设计方式确保了教学的针对性和有效性, 使教学目标能够在教

学中得到真正的落实和体现。同时,注重将大概念与具体的教学内容相结合,通过“任务单”、“问题串”等多种形式引导学生主动思考、积极探究,培养他们自主学习能力和问题解决能力。比如在案例设计中通过引导学生从生活中的实例出发,逐步深入到定律的推导和应用,使他们在掌握知识的同时,也能够感受到物理学的魅力和实用性。此外,还注重培养学生的实验能力和科学态度,通过实验操作和数据分析,让他们更加深入地理解所学知识。

总而言之,大概念和逆向教学框架下的高中物理单元学历史案设计是一种具有创新性和实用性的教学设计模式。通过不断地探索和实践,相信这一设计模式将为高中物理教学带来更多的活力和可能性,培养出更多具有物理学科素养和科学探究精神的学生。

参考文献

- [1] 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) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2017.
- [2] 席攀科. 学历史案在高中物理实验教学中的实践研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2022.
- [3] 冯瑞. 高中语文单元学历史案教学研究[D]: [硕士学位论文]. 延安: 延安大学, 2023.
- [4] 李树明. 大概念视域下高中物理单元教学研究[D]: [硕士学位论文]. 固原: 宁夏师范学院, 2023.
- [5] Phenix, P. (1964) *Realms of Meaning*. McGraw-Hill, 232.
- [6] 温·哈伦. 科学教育的原则和大概念[M]. 韦钰, 译. 北京: 科学普及出版社, 2011.
- [7] Bang, D., Park, E., Yoon, H., Kim, J., Lee, Y., Park, J., et al. (2013) The Design of Integrated Science Curriculum Framework Based on Big Ideas. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33, 1041-1054. <https://doi.org/10.14697/jkase.2013.33.5.1041>
- [8] Bravo González, P. and Reiss, M.J. (2021) Science Teachers' Views of Creating and Teaching Big Ideas of Science Education: Experiences from Chile. *Research in Science & Technological Education*, 41, 523-543. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1919868>
- [9] 王蕾, 周密, 蒋京丽. 基于大观念的英语学科教学设计探析[J]. 课程·教材·教法, 2020(11): 99.
- [10] 朱逸苓. 初中物理逆向教学单元设计研究[D]: [硕士学位论文]. 苏州: 苏州大学, 2022.
- [11] 梁富珊. 基于核心素养的高中物理学历史案实践研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州师范大学, 2020.
- [12] 卢明, 蒋雅云. 单元学历史案: 让学科核心素养落地的实践路径[J]. 中小学管理, 2021(7): 23-26.
- [13] 卢明, 崔允灏. 教案的革命 2.0: 普通高中大单元学历史案设计[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2021.
- [14] 张宏丽. 基于大观念的小学英语单元学历史案编制例谈[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2021, 22(3): 65-72.
- [15] 教育部关于印发普通高中课程方案和语文等学科课程标准(2017 年版 2020 年修订)的通知[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2020(6): 25+10-781.