

基于课程标准的中学物理单元教学设计

熊志权

摘要：单元教学设计旨在促进教学内容的序列化和结构化，建构教学的整体意识并让学生形成物理观念。教师应基于物理课程标准，在单元教学设计中将知识打碎重组，聚焦知识概念内核开展整体设计，引导学生在学习过程中重视知识的相互联系，形成结构化思维，促进高阶思维的发展。

关键词：课程标准；单元教学设计；中学物理；知识结构化

《普通高中物理课程标准（2017 年版 2020 年修订）》指出：重视以学科大概念为核心，使课程内容结构化，以主题为引领，使课程内容情境化。^[1]《义务教育物理课程标准（2022 年版）》强调：教师应领会物理学科逻辑，既要明确各部分内容在物理学科体系中的地位、价值和彼此间的联系，又要了解相关知识内容的发展脉络，防止教学碎片化、孤立化，努力让学生的学习内容结构化、系统化。^[2]

单元是一个学习事件，是相对独立的、体现完整教学过程的课程内容。单元教学不应该被窄化为针对一个教学单元用一节课的时间去完成教学任务，而是应把一节课放在一个单元整体中去设计和重构。开展单元教学设计是落实物理课程标准提出的大概念、大任务、大情境教学的关键锚点，有利于物理学科核心素养的落地，也有利于教师改变着眼点过小以致“见书不见人”的教法，还有利于转变教与学的方式，把知识作为系统、把学生个体作为一个整体的人去看待，确立“以学习者为中心”的教育观念，更有利于实现知识的整合，强化知识间的关联性，使知识连接

生活，增长学生智慧。

一、见树木更要见森林，教学整体设计优先于部分

做好单元教学设计，教师既要有深刻的学科理解能力，也要有灵活的课程整合能力。^[3]从课程育人角度来看，单元设计远比一节课的设计更为重要。课堂是教育真正发生的地方，对一节课的倍加关注早已有之，如优质课评比、各级课堂教学比赛、听评课视导等。但仅通过一节课洞窥学校课堂教学质量的优劣可能存在误判。一节课如果不融入一个单元之中，就容易沦为零散的教学。教师务必在关联、整体化的单元教学设计中去备好一节课，摒弃“只见树木不见森林”的教学方式。单元教学设计有助于教师从学科高度整体理解和把握课程的基本结构及主线脉络，了解单元在物理学中的地位和作用，从而有意义地建构和理解单元知识。

从整体与部分的关系来看，整体决定部分，整体教学理应优先。单元是一个有机的学习和认知整体。在物理学科核心素养和课程目标的统摄

基金项目：广东省教育科学规划 2025 年度中小学教师教育科研能力提升计划重大项目“基于知识发生过程的中小学科学课堂教学应用研究”（2025DQJK43）。

作者简介：熊志权，广东省珠海市教育研究院中学物理教研员，正高级教师、广东省特级教师（珠海 519000）。

下,教师根据教材逻辑,对一个单元的学习内容进行系统规划,关注知识逻辑和教学逻辑,并在此基础上建立不同物理概念和规律之间的联系,能使学生的学习既有明确的目标,又有清晰的路径,进而最大限度地促进学生的能力发展和素养提升。

从物理学科知识的角度来看,学生最终要建立起对物质世界的整体感知。在教学中,教师要帮助学生建构能整合各个信息片段、具有逻辑内聚力的知识结构,而这个结构体系的核心就是物理观念。用物理观念来促进对单元知识的理解,是一种有效的教学路径和方法。物理观念可以对分散在单元每节课中的碎片化知识和技能进行有机统整,实现认知的系统性和完整性,同时使每节课的教学有灵魂、有主线,形成清晰的认知路径和逻辑。

二、基于国家教育政策,建构物理单元教学设计模型

2019 年,国务院办公厅印发《关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》,要求高中阶段积极探索基于情境、问题导向的互动

式、启发式、探究式、体验式等课堂教学,注重加强课题研究、项目设计、研究性学习等跨学科综合性教学。2019 年,中共中央、国务院印发《关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见》,要求义务教育阶段注重启发式、互动式、探究式教学,课上要讲清知识体系。2023 年,教育部等十八部门印发《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》,强调在科学教育中实施启发式、探究式教学,探索项目式、跨学科学习,提升学生解决问题能力。无论是高中阶段还是义务教育阶段,倡导启发式、互动式、探究式教学都是党和国家对教育教学改革的基本要求。在单元教学设计中,要统筹考虑这三种教学方式并使它们成为主流。

单元教学设计要兼顾课程标准和教材,遵循教学的一般规律。单元教学设计的总目标是,结合物理学业质量标准和物理学科核心素养的水平划分,让学生实现知识的序列化和结构化,追溯物理概念和物理规律形成的源头,洞悉物理学科的本质,最终形成清晰系统的物理观念和扎实有效的问题解决能力。基于课程标准的物理单元教学设计模型如图 1 所示。

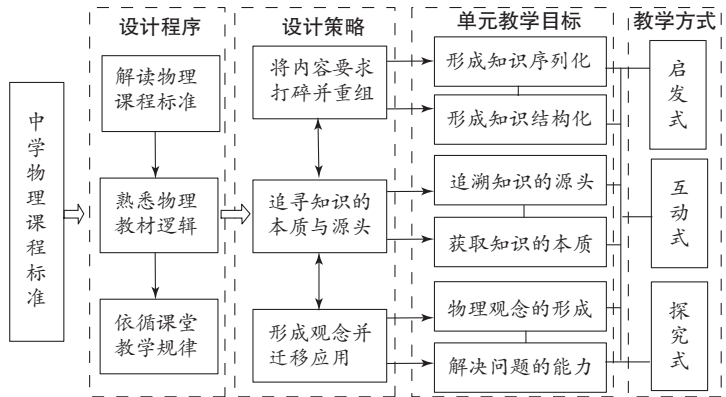


图 1 基于课程标准的物理单元教学设计模型

三、解读物理课程标准,将内容要求打碎并重组

课程标准是指导课程实施的政策性文件,基于课程标准的单元教学设计可以推动核心素养在教学中真正落地。^[4]根据图 1 可以看出,课程标准是物理教学设计的出发点,教师应从解读课程标准中的课程内容出发,厘清每个行为动词和行为条件的要义,准确定位物理知识的内容要求并

将它们加工重组。这是单元教学设计的第一步。教师面对的是相同的课程标准和教材,却可以建构出五彩缤纷的物理课堂,其原因就在于教师关注的是学生个体的差异和千变万化的现实情境。将知识打碎与重组的视角和切入点不同,就构成了各具特色的物理课堂。

(一) 打碎课程标准单元核心内容

单元教学设计的使命在于知识意义的全面生成并形成教学逻辑,这需要先 will 课程标准单元内

容打碎。以“机械运动与物理模型”单元为例，课程标准提出四项核心内容：（1）了解近代实验科学产生的背景，认识实验对物理学发展的推动作用；（2）经历质点模型的建构过程，了解质点的含义；（3）理解位移、速度和加速度，理解匀变速直线运动的规律；（4）通过实验认识自由落体运动规律。教师应在理解四项核心内容的基础上，结合教材对它们加以释义和补充，并将它们打碎后重新分类，进一步分析知识间的内部关系。如对第一项内容，教师可将其打碎成“了解

近代实验科学产生的背景”“认识实验对物理学发展的推动作用”“结合物理学史的相关内容，认识物理实验与科学推理在物理学研究中的作用”“体会科学思维中的抽象方法和物理问题研究中的极限方法”等具体内容，以便后续进行内容重组和知识的序列化与结构化。

（二）重组单元内容并进行层次划分

在打碎核心内容的基础上，将它们按照行为动词进阶加以分类重组，形成如表 1 所示的单元层次划分。

表 1 “机械运动与物理模型”单元层次划分

行为动词	内容标准	表述类型
知道、了解	- 知道将物体抽象为质点的条件，能将特定实际情境中的物体抽象成质点 - 了解质点的含义 - 了解近代实验科学产生的背景	行为动词+内容
认识	- 认识实验对物理学发展的推动作用 - 认识物理模型在探索自然规律中的作用	行为动词+内容
	- 通过实验，认识自由落体运动规律 - 结合物理学史的相关内容，认识物理实验与科学推理在物理学研究中的作用	行为条件+行为动词+内容
经历、体会	- 经历质点模型的建构过程 - 体会建构物理模型的思维方式 - 体会科学思维中的抽象方法和物理问题研究中的极限方法	行为动词+内容
理解	- 理解位移、速度和加速度 - 理解匀变速直线运动的规律	行为动词+内容
探究	通过实验，探究匀变速直线运动的特点，能用公式、图像等方法描述匀变速直线运动，能运用其解决实际问题	行为条件+行为动词+内容

一方面，按照行为动词的要求，对内容标准进行进阶分类，便于教师对单元知识点难度的整体把握，认识四项核心内容中知识难度的梯度分布，让学生拾级而上；另一方面，根据表述的类型，对行为条件、行为程度和内容进行进一步归类描述，便于教师的单元教学操作，确保备课内容既不降低要求也不拔高标准。^[5]值得注意的是，层次划分针对的不仅是教学内容，还需要统筹单元测试卷、单元主题实践作业等评价任务的层次性。

（三）将单元知识序列化与结构化

知识序列化与结构化的过程就是将知识有意

义地联系起来的过程。知识序列化侧重知识的线性排列和顺序执行，知识结构化强调的则是知识之间的层次关系和内在联系。单元教学设计要求教师领会学科逻辑，将知识打碎重新组织，促进学生物理知识进阶和知识序列化。就本质而言，学习就是一个进阶的过程，学习进阶是学生在某一观念或主题的学习中依次进阶、逐级发展的过程，与学生的认知水平和知识经验相匹配，对建立宏观内容体系中的内在层级具有指导作用。^[6]教学不是让学生在头脑中存储孤立、零乱的知识，而是帮助他们形成条理清晰的序列化知识，并将序列化的知识编成网状结构，进一步形成结

构化知识。只有让知识间相互关联,才能引发学生积极思考并形成新知识。这样得到的知识才不易遗忘。

例如,“机械运动与物理模型”单元可以将运动学中诸多的点状知识按照公式的推演过程、

实验方法与工具、运动图像和物理学发展史等重新组织为线状的知识序列,再根据四个序列之间的关系编结成网状结构(见图2),实现单元内容的序列化与结构化,让学生“纲举目张”地学习。

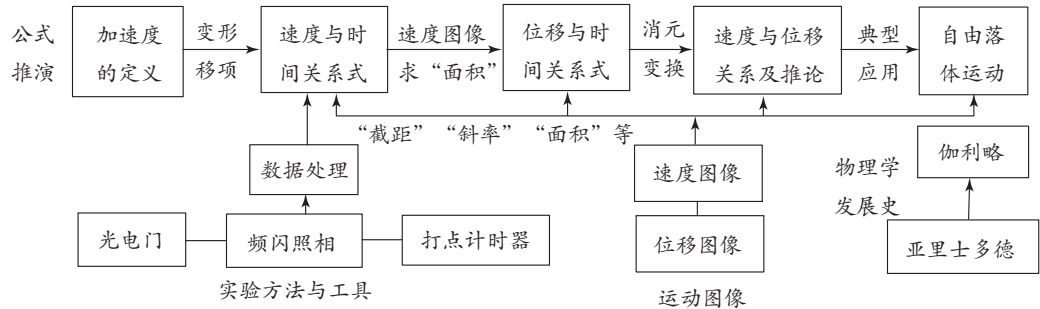


图2 “机械运动与物理模型”单元知识的序列化与结构化

四、掌握物理教材逻辑，追溯知识的本质和源头

物理教材编写的基本逻辑，就是以学生的认知和物理知识的积累为基础，通过设置系列化内容结构和丰富的文本表现形式，从知识的源头出发，将物理知识的来龙去脉表述清楚，揭示知识的本质、顺序与联系。

(一) 根据教材逻辑了解单元内容

知识和能力是教材的逻辑起点，单元的编写逻辑是教材编写逻辑的重要组成部分。以人教版高中物理教材为例，教材遵循学生的认知规律，激发学生的学习兴趣，体现物理学科探究、综合和实践的特点，突出基于真实情境的问题解决，全面落实物理学科核心素养。“机械运动与物理模型”单元对应“运动的描述”和“匀变速直线运动的研究”两章八节，每章均由导语、各节内容、章小结示例、复习与提高四部分组成，每节大都包含问题、概念、练习与应用等内容和栏目，有的还穿插了实验、拓展学习和科学漫步。这种安排体现了“机械运动与物理模型”单元知识之间的内在联系、发展演变规律以及它们所构成的结构体系，不仅展现了物理知识内部的有机组合方式，还揭示了这些知识点之间如何相互依存、相互支撑，共同建构一个既各自独立又紧密联系的知识网络。

物理学是讲逻辑的，符合逻辑是物理教学的必然要求，这样的教学更容易被学生接受，也更

能将知识与能力有机地融为一体。在“机械运动与物理模型”单元中，教材广泛采用了与生产、生活、科技等问题相联系的内容，将知识融入真实情境中。因此，应整体把握教材的编写逻辑，设计符合学科逻辑、认知逻辑和教学逻辑的单元教学。不同教师建构的出发点和过程可能不尽相同，但万变不离其宗，单元教学设计知识体系逻辑应遵循物理教材的编写逻辑。

(二) 从知识的源头开展单元教学设计

没有“无缘无故”的知识。单元教学设计应追溯知识的源头，彰显知识发生发展的过程，教师应引导学生在知识的终点上向起点回望，引导学生去揭示知识发生的前提或原因，感受知识形成的过程，明确知识扩充的经过以及向前拓展的方向，再现知识的来龙去脉。^[7]了解单元内知识的发展脉络，既要肯定知识的客观存在，也要承认个体在建构知识过程中有主观认识的成分。单元教学设计要坚信物理知识的获取是学生对客观知识的一种主观认识。例如，重视情感体验、强调认知冲突，以能力迁移为培养主线、以思维为中心开展单元教学设计，多问一下知识从哪里来、将到哪里去，都有助于学生在与环境交互的过程中建构属于自己的科学认知世界。

例如，加速度是“机械运动与物理模型”单元的核心概念，贯穿物理学始终，对加速度概念的获取不应是公式的简单推导，而是要从知识的起点出发，通过情境感受、物理量类比、实验探究，让学生对速度、速度变化、速度变化率、速

度变化快慢、单位时间内速度的变化等概念有深刻认识,让加速度的比值定义在具体情境中呼之欲出。

(三) 让学生从单元教学中获取知识的本质

本质就是让事物是其所是的东西,即事物诸多要素或属性中最关键的那个。如果失去了这个要素或属性,该事物就不是该事物了。获取知识的本质即拥有知识内部结构的信息,也是一种理解能力。布鲁纳(Bruner)强调,无论我们选教哪门学科,都应当让学生深入理解它的基本框架和本质结构。^[8]单元教学设计只有将零碎的知识结构化、系统化,编织知识间的相互联系,才能让学生形成获取知识本质和源头的学习自觉,意识到“为什么”比“是什么”更重要。这是单元教学设计的重要目的。

例如,在“机械运动与物理模型”单元中,课程标准要求“理解加速度”,从知识的本质角度出发,需要回答理解加速度的哪些内容(知识分解),通过什么样的途径去理解(采用的方式方法),理解到什么程度(关注学生差异),预计多少学生可以理解(课堂学业评价)。这需要教师根据环境与条件进行主观化设计。对于加速度概念的获得,有的教师是通过列表和 $v-t$ 图像,有的是通过速度变化和归纳,有的是控制变量开展类比,形成路径各有差异。同理,对于“理解匀变速直线运动的规律”,教师也要按此路径多问自己几个为什么,才能达到课程标准“理解”层次的教学要求。^[9]

五、依循课堂教学规律,形成观念促进知识迁移与应用

杜威(Dewey)曾描述教学的三种水平:一是把每堂课都看作一个独立的整体,二是关注到知识之间的融会贯通,三是关注到真实世界、个人生活和学校教育的关联。^[10]单元教学设计需要达到第三种水平,才能促进观念形成和知识的迁移与应用。单元教学设计要符合教学的基本规律,彰显启发、互动和探究的教学方式。

(一) 单元教学设计指向学生物理观念的形成

一节课是难以形成物理观念的,观念的形成是多节课持续干预的结果,单元设计旨在形成大

观念。观念能够使离散的事实和技能相互联系并生成一定意义,也可以说,观念是高阶思维的一种呈现样态,折射出来的是一种整体层面的、系统科学的认知方式。知识的迁移与应用是学生终身学习和适应社会的需要,有待正确的物理观念来支撑。一个教学单元如果没有观念的统领,其中的物理概念与规律只是浅显地关联,不能被深度组织起来。这样一来,教师教的只是碎片化知识,学生不能深度迁移和运用,单元教学就会缺失设计主线与核心思想。

“机械运动与物理模型”单元有很多运动学公式,公式之间都是有关联的,可以让学生形成一种“决定论”的运动观,即任何事件的发生都有确定的原因,并且在给定的初始条件下,事件的结果是可以确定的。牛顿经典力学方程能够准确地描述宏观物体在时空中的运动关系,展现出严格的决定论形式。这种观念使科学家能够对自然界的运动规律进行深入理解,奠定了科学研究的基础。学生如果能认识到这些公式的普适性与概括性,形成牢靠的物理观念,就可以提升对机械运动的认知水平。

(二) “去情境化”是物理观念形成的重要节点

单元教学设计必须含有“情境化”“去情境化”和“再情境化”三个完整的过程。情境能使学生置身于特定的场域中,引发其经验改造,从而使学习不再是纯粹的认知,而是一种有身体参与的活动。^[11]凡是抽象的东西,其适用的情境越广泛,具体情境越易于消隐,即“去情境化”。^[12]“再情境化”则是利用过去的经验不断地获取新的知识和技能,而新的知识和技能又不断地使原有的经验得以扩充和丰富。“去情境化”和“再情境化”等过程需要多节课来实现,单元教学设计应通过去情境化,培养学生对物质世界的整体感知,即对“物”的感受,发展直觉思维。^[13]物理知识只有从具体到抽象,从众多的事物中抽取出共同的、本质性的特征,舍弃非本质特征,形成更高位的认识和观念,才能帮助学生把“活知识”进行迁移与运用。

要形成正确的物理观念,情境导入只是起点而非终点。学生只有形成对机械运动和物理模型的主观态度,物理教学才能建构起精神意义。为

了形成观念,利用情境引出加速度概念后,必须将其抽象化即“去情境化”,把加速度概念的属性全部去掉,只保留数量符号关系。如在自由落体运动中,重力加速度 $g=9.8\text{ m/s}^2$ 是剥离了情境的,要让学生深知该公式的意义是速度每秒变化 9.8 m/s 。在对公式抽象化理解的基础上,对于很多新的问题情境(不限于物体在地球表面自由下落)就不需要再列式计算,引导学生回归物理学的本质思想,通过对加速度概念的深刻理解,让学生形成正确的运动观。

(三)物理模型在知识的迁移与应用中起桥梁作用

迁移是一种学习方法,就是用同一方法去学习或解决陌生领域中的某些知识或问题,让学生便捷地学习、记忆、理解,从而举一反三,降低学习的难度,提高学习的效益。应用则是用所学的知识去解决实际生产生活中的具体问题。课程标准要求根据物理模型的特点,联系生产生活环境,从多个角度创设情境,提出与物理学有关的问题,引导学生讨论,让他们体会建构物理模型的必要性和方法。可见,培养学生的物理建模意识和能力,创设情境是一条必然路径。

在单元教学设计时,针对“题型归类”“题根模型”“二级结论”“物理口诀”等教学内容,必须让学生深刻理解其形成过程,在能快速推导和还原的基础上,明确模型的内在关系和适用条件,切忌盲目照搬、机械套用。例如,“机械运动与物理模型”单元需要建立质点模型、自由落体模型和匀变速直线运动模型,这些模型的正确建立在单元学习中占据基础性地位。每个模型的建立都需要让课堂“慢”下来,让学生“悟其理,明其道”。如在“通过实验,认识自由落体运动规律”的教学中,不必急于建立自由落体模型,而是先从有空气阻力的落体运动模型入手,让学生经历一定的逻辑过渡,理解研究落体运动规律为什么需要去除阻力的影响。学生只有经历分析、判断、思辨的过程,才能建立自由落体这一理想化模型。

总之,基于课程标准的单元教学设计将单元教学目标分解为形成知识序列化、形成知识结构化、追溯知识的源头、获取知识的本质、建构物

理观念、发展问题解决能力六个方面,并贯通融入每节课的教学和评价任务中,对于建构教学的整体意识并让学生形成物理观念具有重要意义。在单元教学设计时,教师要善于将知识打碎重组,聚焦知识概念内核开展整体设计,引导学生在学习过程中重视知识的相互联系,形成结构化思维,促进高阶思维的发展。

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) [S]. 北京:人民教育出版社,2020:前言4.
- [2] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022年版) [S]. 北京:北京师范大学出版社,2022:42.
- [3] 任明满. 大单元教学:历史脉络、研究现状及路径选择 [J]. 课程·教材·教法,2022(4):101.
- [4] 胡久华,刘洋. 基于课程标准设计核心素养导向的单元教学 [J]. 课程·教材·教法,2021(9):101.
- [5] 熊志权,乐洪勇. 测评视角下新旧课程标准中知识负荷的对比研究 [J]. 中学物理教学参考,2022(4):6-9.
- [6] 郭玉英,姚建欣. 基于核心素养学习进阶的科学教学设计 [J]. 课程·教材·教法,2016(11):64-70.
- [7] 黄真,熊志权. 中小学科学教师对知识发生过程教学理解的调查研究 [J]. 中小学教材教学,2022(3):72-76,80.
- [8] 布鲁纳. 教育过程 [M]. 邵瑞珍,译. 北京:文化教育出版社,1982:31.
- [9] 熊志权,彭香. 基于内容标准的物理学习目标设计:以“加速度”为例 [J]. 中小学教材教学,2019(2):68-71.
- [10] 杜威. 民主主义与教育 [M]. 王承绪,译. 北京:人民教育出版社,2001:195.
- [11] 黄真. 学校科学课程中社会资源开发与利用的策略分析 [J]. 中小学科学教育,2024(2):60.
- [12] 张恩德. 物理观念的内涵解读与意义生成 [J]. 课程·教材·教法,2021(8):115.
- [13] 熊志权,刘芳霞. 物感的内涵及其教学价值 [J]. 物理教师,2019(11):5-7,12.

(责任编辑:郭晨跃)