义务教育物理课程标准与科学课程标准(物理部分)课程内容的对比研究

——以“能量”主题为例

张 元 彭朝阳

(云南师范大学物理与电子信息学院 云南 昆明 650500)

摘 要:从课程内容组织方式的角度,分析《义务教育物理课程标准(2022年版)》和《义务教育科学课程标准(2022年版)》的差异.以“能量”主题为研究对象,从课程内容的广度、进度和深度定量比较两版课标的难度.通过比较两版课标课程内容的学业要求,剖析两者在内容设置上的侧重点.结果表明科学课标和物理课标分别以“横制式”“纵制式”组织课程内容;物理课标的难度高于科学课标;物理课标关注对学生核心素养的培育,科学课标重视学生学习与实际生活的联系.物理课标的修订要充分考虑不同内容组织方式的优缺点,将科学探究融入知识体系的建构中,拉近理论知识与生活实际的距离.一线物理教师要根据内容难度特征合理安排教学进度,科学选取教学方式,将物理知识移植于生活情境之中.

关键词:义务教育物理课程标准;义务教育科学课程标准;课程内容

中图分类号:G633.7 **文献标识码**:B **文章编号**:1008-4134(2024)16-0032-04

2023年6月,经合组织发布《PISA2025科学素养测评框架(草案)》(PISA2025 SCIENCE FRAMEWORK (DRAFT)),“科学”时隔十年再次成为主要测评领域,科学教育的热度也随之水涨船高.2022年4月,中华人民共和国教育部同时颁布《义务教育科学课程标准(2022年版)》[1](以下简称“科学课标”)和《义务教育物理课程标准(2022年版)》[2](以下简称“物理课标”).科学课标首次打通小学和初中的壁垒,基于学习进阶理论对义务教育阶段的科学课程进行整体设计.此举不仅能够对学生的成长进行长远规划,而且更加突出科学课程综合性的特点,跟随国际科学教育知识内容综合化的趋势[3].科学教育本质上是多学科深度交叉融合形成的综合性教育体系,然而我国科学教育的总体态势是基于学科的,相关研究也大多立足于具体学科[4].目前我国初中科学课程仍以分科形式为主,物理部分的教学仍以物理课标为主要依据[5].本文对两版课标有关物理知识的课程内容进行对比研究,旨在为物理课标的进一步修订提出建议,为物理教师高效地领悟课标要求、科学地选取教学方法、进一步提高教学质量提供参考.

1 研究设计

本研究首先选取科学课标中“学科核心概念及学习内容”与物理课标中“义务教育物理课程内容框架”为研究对象,分析两版课标在课程内容架构和编排方式上的异同.其次,由于科学课标设置的课程内容中与物理相关的核心概念主要包括“物质的结构与性质”“物质的变化与化学反应”“物质的运动与相互作用”“能的转化与能量守恒”.“物质的结构与性质”的学习内容中包含“常见的化合物”,“物质的变化与化学反应”的学习内容中包含“化学反应遵循质量守恒定律”,上述内容属于化学学科的范畴.“物质的运动与相互作用”中没有物理课标里“多种多样的运动形式”的相关内容.因此选择科学课标中“能的转化与能量守恒”核心概念与物理课标中“能量”主题为主要研究对象,对两版课标进行难度对比研究.最后,对两版课标中课程内容的“学业要求”进行对比分析,得出两者在内容设置上的侧重点.

2 课程内容组织方式的比较

科学课标遵循“少而精”的原则,从一—九年级科学课程全部学段的知识内容中凝练出13个学科核心

基金项目:云南省教育厅科学研究基金项目资助课题“PISA视域下基于社会性科学议题的中学科学教育实践研究”(项目编号:2024Y181).

作者简介:张元(2001—),硕士研究生,研究方向:物理课程与教学论.

通讯作者:彭朝阳(1971—),博士,教授,博士生导师,研究方向:物理课程与教学和天体物理.

中国知网 https://www.cnki.net

概念.每个核心概念包含多个次位概念.例如,核心概念“物质的变化与化学反应”中包含“物质的三态变化”“物质的溶解和溶液”“物质变化的特征”“化学反应遵循质量守恒定律”四个次位概念,这些次位概念即是该核心概念的学习内容[6],同时,每个次位概念间又存在千丝万缕的联系.例如,“2.3 物质变化的特征”概念(如图1所示)下的“物理变化”与“2.1 物质的三态变化”存在联系;“能的转化”与“4.1 能的形式、转移与转化”存在关联;“化学反应”又与“1.4 常见的化合物”“1.5 物质由元素组成”“2.4 化学反应遵循质量守恒定律”具有交叉部分.

学习内容	内容要求
2.3 物质变化的特征	⑦了解物质变化存在物理变化和化学变化,描述化学变化是产生新物质的过程,并存在能的转化;化学变化还会伴随沉淀、产生气体、颜色变化、发光、吸热或放热等现象 ⑧认识化学反应需要一定的条件,如燃烧的条件、催化剂的重要作用等 ⑨理解化学变化的本质是原子的重新组合,原子的种类和数量不变;化学变化前后,分子的种类发生改变 ⑩了解氧化反应及燃烧,知道剧烈氧化和缓慢氧化的过程;具有安全意识,了解火灾自救的一般方法 ⑪知道常见的化合反应、分解反应、置换反应和复分解反应的特点

图1 “物质变化的特征”的内容要求

物理课标以“大观念”“大主题”为核心要素来遴选课程内容,以主题为线索构建内容结构[7].“物质”“运动和相互作用”“能量”“实验探究”“跨学科实践”五个一级主题下包含多个二级主题,二级主题下又设置若干三级主题,课程内容逐层深入,形成初中物理学科知识体系(如图2所示).从整体来看,各一级主题之间彼此独立,隶属于不同一级主题中的二级主题的关联性较低.

一级主题	二级主题
物质	1.1 物质的形态和变化 1.2 物质的属性 1.3 物质的结构和物质世界的尺度
运动和相互作用	2.1 多种多样的运动形式 2.2 机械运动和力 2.3 声和光 2.4 电和磁
能量	3.1 能量、能量的转化和转移 3.2 机械能 3.3 内能 3.4 电磁能 3.5 能量守恒 3.6 能源与可持续发展
实验探究	4.1 测量类学生必做实验 4.2 探究类学生必做实验
跨学科实践	5.1 物理学与日常生活 5.2 物理学与工程实践 5.3 物理学与社会发展

图2 义务教育物理课程内容框架

对比来看,科学课标对整个课程内容进行横向切割,使各个部分相互交融、相互渗透,属于“横制式”结构.此种结构有利于拓宽学生知识面,促进学习迁移,符合科学综合性、基础性的课程性质.但是,该结构在实践中容易导致学生掌握的知识“过浅”,无法理解其中的科学本质.物理课标按照学科的逻辑特点,将学科分解为多个纵向发展的分支,属于“纵制式”结构.这种结构遵循学生认知规律,有利于学生建构立体、深刻的学科知识体系[8].但是,该结构容易形成学科壁垒,不利于学生综合素养的提升.

3 课程内容难度的比较

广度、进度和深度是影响课程内容难度的三个基本要素[9].

广度(G)指课程内容范围的广泛程度,表现为知识点的数量.对科学课标中“能的转化与能量守恒”的核心概念以及物理课标“能量”主题中的知识点进行统计(见表1).据此,科学课标和物理课标的广度值分别为17和20.

表1 科学课标中“能的转化与能量守恒”和物理课标中“能量”部分的知识点

科学课标	物理课标
能的多种形式	能量的多种形式
动能、势能和机械能	能的转化和转移
功和功率	功和功率
机械效率	动能、势能和机械能
简单机械	机械效率
内能、热量和热值	简单机械
比热容	内能、热量和热值
热机	比热容
电流的热效应	热机
电功、电能和电功率	电流、电压、电阻和欧姆定律
家庭电路和安全用电	电流表和电压表
核能	电路图
能量的转化和转移	串联电路和并联电路
能量守恒定律	电功、电能和电功率
能源的分类和特点	焦耳定律
可再生能源与不可再生能源	家庭电路和安全用电
能量的合理利用和开发	能量守恒定律
	可再生能源与不可再生能源
	核能
	能量的开发和利用

进度(T)指完成相应课程内容教学所需要的时间,可以体现为课时数.本文选取现行主流教材的配套教师用书——华东师大版初中科学教师教学用书和人教版初中物理教师教学用书提出的课时建议进行统计.例如,人教版初中物理配套教师教学用书对于教师进行第十三章“内能”第1节“分子热运动”、第2节“内能”和第3节“比热容”教学的课时建议分别是1课时、2课时和2课时(如图3所示).科学课标中

中国知网 https://www.cnki.net

“能的转化与能量守恒”的核心概念以及物理课标中“能量”主题的进度值分别为46和43.

（二）课时建议

第1节 分子热运动 1课时
第2节 内能 2课时
第3节 比热容 2课时

图3 第十三章“内能”课时建议

深度(S)指课程内容在认知、技能和体验方面不同程度的体现.根据课程标准“内容要求”中描述学习目标所用的行为动词,将其分为三个层次,对不同层次赋予不同的值(见表2).

表2 行为动词及赋值

目标类型	水平层次	行为动词	深度(赋值)
知识性目标	了解	了解、知道、描述、说出、列举、说明	1
	认识	认识	2
	应用	解释、理解、计算	3
技能性目标	独立操作	会、会测量、会使用、会根据……估测、会用……测量	1
体验性目标	经历	尝试、观察、经历、探究、能、通过实验	1
	认同	关心、关注、有……意识	2
	内化	养成	3

以“3.5.1 知道能量守恒定律.列举日常生活中能量守恒的实例.有用能量转化与守恒的观点分析问题的意识”为例.知识性目标达到“了解”水平层次,赋值1;没有技能性目标,赋值0;体验性目标达到“认同”水平层次,赋值2.

经过统计,科学课标“能的转化与能量守恒”部分的深度$S=[(16\times1+3+2)+0+(2\times1)]\div18=1.28$;物理课标“能量”部分的深度$S=[(17\times1+3\times2)+(2\times1)+(6\times1+2\times2)]\div20=1.75$.

仲扣庄、郭玉英认为课程的内容难度与深度、广度成正比,与进度成反比,单位时间内的深度$\frac{S}{T}$为可比深度,单位时间内的广度$\frac{G}{T}$为可比广度,并提出计算相对难度的函数模型[10].本文借助其函数模型,用相对可比深度X、相对可比广度Y和相对难度N进行定量表征,其中$X=\frac{S_1T}{ST_1}$,$Y=\frac{G_1T}{GT_1}$,式中S、G、T分别为科学课标的深度、广度和进度,S_1、G_1、T_1分别为物理课标的深度、广度和进度,计算相对难度N的函数关系式为:$N=\alpha X+(1-\alpha)Y$,式中α为加权系数,反映课程内容对于深度或广度的侧重程度,本研究取0.5.

根据上述内容,可以得到科学课标和物理课标的广度、深度、进度、可比深度、可比广度以及物理课标对于科学课标的相对难度数值(见表3).

表3 物理课标、科学课标“能量”部分的S、G、T、$\frac{S}{T}$、$\frac{G}{T}$、N值

样本	深度S	广度G	进度T	可比深度S/T	可比广度G/T	相对难度N
物理课标	1.75	20	43	0.04	0.47	1.36
科学课标	1.28	17	46	0.03	0.37	

根据以上对比研究,针对于“能量”部分,可以得出以下结论:

第一,在课程知识点的数量,即课程广度方面,物理课标和科学课标的可比广度分别为0.47和0.37,物理课标略大于科学课标.这种差异主要表现在“电磁能”部分,物理课标相较于科学课标要求学生掌握更多“电磁能”的基本概念,这体现出初中物理作为分科课程的专业性.同时,物理课标相应课时却更少,造成物理课标在可比广度上明显高于科学课标,这就要求学生在更少的学习时间中学习更加广泛的知识.

第二,在课程内容的深度方面,物理课标深度大于科学课标.主要因为物理课标在技能性目标和体验性目标方面提出更高要求.例如,在技能性目标要求方面,物理课标要求学生“会使用电流表和电压表”,属于独立操作水平层次,而科学课标并没有相关要求;在体验性目标要求方面,物理课标要求学生“知道能量守恒定律,列举日常生活中能量守恒的实例,有用能量转化与守恒的观点分析问题的意识”,而科学课标要求学生“知道能量守恒定律”,没有达到认同水平层次的要求.但是,在可比深度方面,两版课标却较为接近.笔者认为物理课标进度较快,是造成上述情况的主要因素.

第三,在课程内容的难度方面,相对难度N为1.36,表明物理课标的内容难度明显高于科学课标.一方面,物理课标相较于科学课标包含更多的知识点且单个知识点深度更深.另一方面,在同一内容的教学过程中,物理学科的课时量更少,进度更快.

4 课程内容学业要求的比较

两版课标都结合主题或核心概念提出相应的“学业要求”,并且从核心素养的四个方面进行表述[11].

在物理(科学)观念方面,物理课标要求学生“形成初步的能量观念,解决日常生活中的有关问题”.科学课标要求学生“理解热机的工作原理,具备安全用电常识,理解放射性的特点与防护方法”.对比来看,物理课标的要求较为宽泛,而科学课标的相关要求更加具体且贴近生活实际.

在科学思维方面,物理课标要求学生学会“理想

中国知网 https://www.cnki.net

化”的思维方法,能够基于证据进行推理,且具有质疑意识.科学课标要求学生通过分析归纳得出改变内能的两种方式,明白“比热容”的物理意义,计算热机的能耗.对比来看,物理课标强调科学思维的过程,而科学课标则更加关注应用科学思维解决实际问题的过程.

在科学探究(探究实践)方面,物理课标从猜想假设到撰写实验报告,对学生科学探究的全过程作出要求.科学课标则是对“简单机械”“电流的热效应”“家用电器的能耗”简单地提出探究要求.对比来看,物理课标要求学生掌握科学探究的具体流程,能够自主进行科学探究,而科学课标重视探究课题的选取,对学生的探究方向做出规定.

在科学态度与责任方面,两版课标都要求学生关注科技进步和社会发展与能源的关系,体会节约资源和可持续发展的重要性.但是,物理课标突出“能量”主题对于激发学生学习积极性的作用,这在科学课标中并没有得以体现.

总而言之,在两版课标的“学业要求”中,物理课标强调学生的思维训练和技能掌握,凸显对学生核心素养的培育.科学课标重视学生的实际体验,聚焦科学知识在日常生活中的应用.

5 启示与建议

首先,两版课标课程内容采用“横制式”“纵制式”的组织方式各有千秋.如何吸取科学课标“横制式”结构对于促进不同知识版块联结方面的优势,在关注学科知识体系的同时注重知识点之间的关联,形成逻辑更加严密的“双螺旋结构”是之后物理课标修订值得思考的问题.此外,科学探究作为弥补知识断点的重要途径,也需要获得物理课标修订者的关注.物理教师在进行教学设计时,应当探索不同版块知识点之间的联系,具备“大概念”教学意识,以“大单元”教学帮助学生在知识学习中实现高通路迁移.

其次,在定量分析的过程中,笔者发现两版课程标准在“内容要求”中主要聚焦于知识性目标,对于技能性目标和体验性目标缺乏重视.在物理课标后续的完善工作中,可以考虑适当地增加技能性要求,以丰富学生的生活技能,增强学生的实际操作能力;同时,关注学生在学习过程中的体验,使感性与理性共振,充分发挥物理课程的育人价值.就“能量”部分而言,物理课标的课程内容难度高于科学课标的课程内容难度,主要原因在于此部分中,物理课程相较于科学课程,知识点多、深度深且进程快.在实际教学中,一线物理教师可以考虑适当放缓教学进度,依据课程内容的难度特征和学生的认知发展规律合理选取教学方式,帮助学生更好地理解科学本质.

最后,通过对比两版课标课程内容的“学业要求”,可以发现科学课标在贴近学生日常生活、丰富学生亲身体验方面做得更好.在今后的物理课标修订中,可以适当增加生活案例,引导学生利用所学知识解决实际问题.物理教师应当营造更多的情境性学习环境,使得学生回归熟悉的生活情境,提升学习效率,充分体现“从生活走向物理,从物理走向社会”的课程理念.同时,随着教学方式的变革,教师应当注重形成性评价,对学生在真实情境中展现的沟通交流、合作探究和问题解决的能力进行评估,以此更好地依据学生特点推进课堂教学.

6 结束语

本文通过对比科学课标和物理课标在课程内容的组织方式、难度和学业要求上的差异,为物理课标的进一步完善和物理教师提升教学质量提出拙见.课程标准的修订和完善对于推进课程改革至关重要[12].因此,希望今后物理课标的研究者可以拓宽研究视角,充分汲取不同领域的先进经验,为物理课标的日臻完善建言献策.

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]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.

[3]胡卫平.在探究实践中培育科学素养——义务教育科学课程标准(2022年版)解读[J].基础教育课程,2022(10):39-45.

[4]张宁,马勇军.透视当代国际科学教育研究动向——基于2022年NARST年会报告的统计分析[J].化学教学,2023(06):3-8.

[5]金乐燕.初中物理与科学课程(物理部分)的比较研究[D].天津:天津师范大学,2023.

[6]胡卫平,李霞,陈辉.基于科学学科核心概念的单元教学设计[J].基础教育课程,2023(06):66-75.

[7]李春密.《义务教育物理课程标准(2022年版)》课程内容与教学实施的思考[J].物理教学探讨,2022,40(12):1-6,12.

[8]潘苏东,姜芳芃.分科科学课程与综合科学课程内容结构的对比研究[J].徐州师范大学学报,2006(01):119-122.

[9]蒋炜波.初中物理新课标下教学困境归因的模型与实践[J].中学物理,2023,41(12):2-6.

[10]仲扣庄,郭玉英.高中物理课程标准教科书内容难度定量分析——以“量子理论”为例[J].课程·教材·教法,2010,30(04):67-71.

[11]李帆,张佳,王娜娜.基于新课标的初中物理“核心情境”创设策略探讨[J].中学物理,2023,41(12):11-14.

[12]于海波,毕华林,吕世虎,等.新课标新在哪——义务教育课程标准(2022年版)深度解读[J].中国电化教育,2022(10):1-19.

(收稿日期:2024-04-17)

中国知网 https://www.cnki.net