DOI：10.19789/j.1004-9398.2022.01.013
文献引用：王忠厚，宋倩茹，姜静，等．我国中学物理课程的百年建构：从实体知识到素养行动[J]．首都师范大学学报（自然科学版），2022，43（1）：76-85. WANG Z H，SONG Q R，JIANG J，et al. Centennial construction of physics curriculum in middle schools of China：entity knowledge to literacy action[J]. Journal of Capital Normal University（Natural Science Edition），2022，43（1）：76-85.

我国中学物理课程的百年建构：从实体知识到素养行动*

王忠厚[1]，宋倩茹[2]，姜　静[3]，孔凡贵[1]，王晶莹[1**]

（1. 青岛大学师范学院，山东 青岛　266071；2. 徐州市第三十七中学，江苏 徐州　221000；
3. 青岛大学物理科学学院，山东 青岛　266071）

摘要：选取1902—2017年颁布的31份物理课程标准，将其按照时间顺序划分为4个阶段，呈现出双主体互动、课程专业化、实验导向能力培养以及多主体协同的变化趋势，揭示了我国百年物理课程的阶段发展特征和演变规律．进一步选择共现频次、词频-逆文本频率（TF-IDF）和主题关联度3个指标，筛选出最具代表性的10个关键词的年度规律，以探索百年物理课程的逻辑演进与变革特征．最后基于初高中物理课程标准特征词的TF-IDF值的百年变化，反思其核心观念的演进历程．

关键词：中学物理；物理课程；百年建构；课程标准
中图分类号：G633.7

Centennial construction of physics curriculum in middle schools of China：entity knowledge to literacy action*

WANG Zhonghou[1]，SONG Qianru[2]，JIANG Jing[3]，KONG Fangui[1]，WANG Jingying[1**]

（1. Normal College，Qingdao University，Qingdao Shandong 266071；2. Xuzhou NO.37 Middle School，Xuzhou Jiangsu　221000；3. College of Physics，Qingdao University，Qingdao Shandong　266071）

Abstract：This paper selects 31 physics curriculum standards issued from 1902 to 2017，and divides them into four stages according to the time sequence，showing the evolution trend of double subject interaction，curriculum specialization，experiment oriented ability training and multi-subject cooperation. It deeply reveals the stage development characteristics and evolution law of physics curriculum of China. In order to explore the characteristics of logical evolution and reform of physics curriculum in the past century. Furthermore，co-occurrence frequency，term frequency-inverse document frequency（TF-IDF）and topic relevance are selected to screen out the annual rules of the most representative ten keywords，so as to explore the logical evolution and change characteristics of physics curriculum in the past century. Finally，based on the change of TF-IDF value of junior and senior high school physics curriculum standard feature words，the evolution process of its core concept is reflected.

收稿日期：2021-03-27
* 2016年度青岛市社会科学规划项目（QDSKL1601224）
** 通信作者：wangjingying8018@126.com

Keywords:middle school physics;physics curriculum;centennial construction;curriculum standards
CLC:G633.7

0 引 言

物理学是人类认识世界和改造世界过程中科学智慧的历史沉淀,从古代以感知和归纳为主的朴素理论阶段,到以牛顿力学为基础的经典物理学建立,再到20世纪初量子物理和相对论的完善,饱含了物理学作为科学的核心学科对真理的不懈追求[1].中学物理课程标准明确提出对学生科学能力的要求,是挖掘学科能力演变和映射学科百年建构的重要依据.

“物理”一词最早源自古希腊文,泛指一般的自然科学,当时指自然哲学,涌现出诸如泰勒斯、阿基米德等一批著名的自然哲学家和科学家,“物理学”名称来自亚里士多德的《物理学》,而牛顿的《自然哲学之数学原理》,是经典物理学的基础,也被称为自然哲学.近代物理学的建立是以牛顿的经典力学为基础,以伽利略的实验探究为先河,直至量子力学的建立,物理学的大厦逐渐完善.在物理学逐渐完善的过程中,物理课程的萌芽渐现于西方,并在20世纪初引入中国.中学物理课程从自然科学中逐渐独立,是科学课程最核心的内容,亦可称之为“自然科学之王”[2].1862年,京师同文馆开设并招生.1869年,丁韪良晋升为同文馆总教习,在其努力下,格物学(物理)成为一门正式课程.从1902年清政府大臣张百熙主持制定《钦定学堂章程》,到2017年普通高中物理课程标准的颁布,我国中学物理课程建设走过了100多年的历程.

物理课程标准是国家颁布的物理课程纲领,是对物理课程实施的统领性文件,蕴含着对学生物理学科素养培育的要求.已有关于物理课程标准的研究大致分为3类:(1)关于新旧物理课程标准、中外物理课程标准的对比研究.孙闯和桂维玲[3]从目录框架、课程基本理念和课程内容3个维度对2003和2017年版物理课程标准进行对比分析,研究表明,新课程标准的内容框架更充实,将核心素养融入了课程和教学评价的各个方面,在知识广度上有所扩展,深度变化不大;杜明荣等[4]从课程目标、内容和评价方式等方面将中国2011年版与瑞典2018年版课程标准进行了对比分析,研究显示,中国课程标准更加具体强调知识与实验,瑞典课程标准更为生活化,在评价方式上,中国课程标准注重从三维目标进行评价,瑞典课程标准分5个等级列出要点,对学生学习情况进行分层评价.(2)基于课程标准分析的物理试题研究和复习策略研究.金毅和袁海泉[5]选取了江苏中、南、北各地区的中考物理试题,从内容标准和认知水平2个维度,详细探讨试题与课程标准物理内容的一致性,研究表明,各地区教育水平的差异使得对课程标准的理解存在不同程度的偏差,因此在试题命题上存在差异.(3)物理课程标准下学生能力的研究.王晶莹等[6]通过分析31份物理课程标准,从基本能力、综合能力、问题解决、认识论和创造性思维5个维度阐明了中学物理学科能力的建构历程,结果表明,物理学科能力呈现出从单一分离到多元融合、学生主体性与学科实践性的发展并重、体现可持续发展观、不同历史时期价值取向迥异等特征.已有研究相对来说聚焦性比较强,研究内容更为具体.

从中国最早的课程标准《钦定学堂章程》到1923年中华民国政府教育部正式颁布初级中学自然课程纲要,物理课程标准也逐渐从自然科学课程标准中独立出来.在此后的近百年间,物理课程在中国经历了4个发展阶段,因而,物理课程的百年建构也依次呈现出课程引入带来科学启蒙、基本知识和实验能力促进课程建设、强调认知能力和实际应用为国家建设持续发力及以科学探究和核心素养促进学生学科能力的均衡发展.鉴于课程标准对课程的指导价值及其在课程体系中的定位,本文以百年中学物理课程标准为研究对象,基于文本数据挖掘的方法梳理我国中学物理课程的演进脉络,从而厘清我国中学物理课程的百年演变轨迹,从宏观层面分析其百年建构进程.

1 研究方法

将百年中学物理课程标准依次分为4个发展阶段,通过NVivo11的关键词提取功能和书目共现分析系统(bibliographic items co-occurrence matrix builder,BICOMB)的关键词梳理功能,将每一时段的关键词按照频次从大到小排序,并提取频次累计百分比达到30%的关键词,形成共现矩阵,将矩阵导入Ucinet网络分析集成软件,进行关键词共现

网络分析以得到社会网络图谱.本研究整体划分为2个阶段:第1阶段采用社会网络分析方法(social network analysis,SNA),以Ucinet为分析工具,梳理各发展时期中学课程本质的变化规律;第2阶段利用词频-逆文本频率(term frequency-inverse document frequency,TF-IDF)数据挖掘技术深度揭示物理课程的纵向发展进程.

SNA是描述网络特征与结构的重要方法,其原理是从"关系"的角度研究其结构,主要包括网络密度、中心性和凝聚子群3个方面[7].根据中学物理课程标准的阶段特征,可以绘制社会网络图谱.TF-IDF广泛应用于搜索引擎和文档分类等领域,属于经典的词语权重算法,具有思想简洁和准确率高等优点,作为一种信息检索模型,用来衡量一个词对文本的重要性.TF-IDF假设一个词频繁出现在指定的文本中,很少出现在文本集中的其他文本中,则该词被视为指定文本的关键词,可以用来分类.TF-IDF能够滤除文本中的常用词,保留对内容分析有重要意义的词,在很大程度上缩小文本的词空间,更有效地分析文本的主要特征.

2 社会网络凸显百年物理课程的阶段特征沿革

根据物理课程标准的内容和结构演变态势以及社会发展的驱动,物理百年课程的4个发展阶段分别是:清末民初至建国前(1902—1948年)、建国初期至改革开放初期(1949—1987年)、改革开放初期至20世纪末(1988—2000年)和21世纪初(2001—2017年),对4个阶段课程标准进行社会网络分析,研究显示,该阶段物理课程呈现出双元主体互动、课程专业化、实验导向能力培养以及多主体协同的变化趋势.

2.1 学生与物理知识的双元主体互动

第1阶段(1902—1948年).社会网络关系图谱以学生和定律为主要节点,不仅关注学生的主体性,视其为独立的个体开展教育活动,并将系统的科学知识作为主要教育内容.该阶段物理课程对学生之关切主要体现在学生学习兴趣的激发、实验技能的养成以及课堂教学时的学生学习基础3个方面.首先,该阶段的课程标准均出现对学生物理兴趣的关注,如1923年初级中学自然课程纲要要求"前3段多举实例,以引起学生对于自然界现象之兴趣".同年,高级中学公共必修的科学概论课程纲要对高中物理教学也做出"略阐科学上重要概念,以引起学生研究趣味"的要求[8].其次,物理实验的重要地位在课程构建伊始初见端倪并贯穿始终.1904年,《奏定学堂章程》出现"在本诸实验,得真确之知识,使适于日用生计及实业之用",以实验来验证物理知识的真实性;1923年,起草的高级中学第2组必修的物理学课程纲要不仅规定了物理实验的学时,还明晰了高中生要做的44个实验,当时侧重学生的精细观察能力,对实验结果的精确度要求较低;1929年,出现"学生实验,注意手眼之练习及作明确之记录图画等",对实验的精确度做出要求;1948年,修订初级中学理化课程标准提倡自制实验器材,要求"凡试验物理简易器材,能指导学生事前自制者,以不用成品为贵"[8].最后,学生对知识的掌握程度及其心理发展状态等学习基础是进行课程设置和教学设计需要考虑的关键问题.早在1923年就出现"其对于物理上之知识,亦略明一二,故可用系统的方法",体现了在选择教学方法上对学生学习基础的考虑.本阶段的物理课程始终将物理学的知识系统作为本质诉求,定律、定理和原理一直是物理知识的主要表达形式,在物理课程标准中,物理定律是出现较多的高频关键词,一定程度上表明了物理知识的教与学是物理课程初创期和科学启蒙阶段的主旋律.除此之外,动态的学习过程中涉及的个体性因素也备受重视,如学生对物理知识的应用,对简单问题的解决、物理实验操作等,但是这一时期缺乏对教师群体专业化的关注.

2.2 基于学科体系和知识教学的物理课程专业化

第2阶段(1949—1987年).与教师有关的词汇逐渐在课程标准中涌现,主要描述教师自身、教学方法以及教师的作用,与此同时,学生在课程标准中的价值依然稳固,频次处于首要位置,在物理教学过程中始终处于主体地位.从物理学科知识体系可知,新中国建立之初,主要借鉴苏联教学模式,引入教学理念和大纲,指导我国课程建设,物理学科的系统性得以发展,学习内容的丰富度有所提高,超越第1阶段的学生与物理知识双元主体互动阶段,出现诸如气体、液体和电阻等基本物理概念,并且学科知识体系逐渐完善.在对动态的学习过程与能力生成的描述方面,课外活动作为重要载体逐渐显示其价值,如:1952年,中学物理教学大纲(草案)要求学生做课外实验、阅读课外读物、布置课外作业和课外参观,明确指出这些课外活动是提高学生

学习兴趣、培养其观察和正确态度方法、发挥创造才能的重要方式;1963年,物理课程标准提到“课外作业使学生对知识能深刻理解,牢固掌握,并能灵活运用”;1978年,课程标准指出课外活动使学生的主动性和创造性得到充分的发展[8].依循物理课程标准对课外活动要求的沿革脉络,可见课外活动的价值从学生兴趣转向以课外活动为依托,发展学生的主动性.学生仍旧是出现最多的高频关键词,但是此阶段的焦点转向爱国主义以及人生观、价值观和世界观的养成,同时强调学以致用.值得注意的是,新中国成立后的发展阶段,由于社会现实的迫切需要,为了实现四个现代化的建设目标,物理课程的知识教学渐趋专业化,对教师教学的要求逐渐明确,尤其是在教学方法方面.适合的教学方法是有效教学的重要支撑,演示法和讲授法是第2阶段物理课程的主要教学方法.演示是直观教学的重要组成部分,可以较大地刺激学生的感知,促进有意义的知识建构,并且这一阶段提倡学生实验,教师的实验演示发挥出巨大作用.同时,物理课程对教师的教学要求更加具体化,如“在教学中必须唯物辩证地讲解各个物理现象、概念、定律和原理”,开始强调教师、教学在物理课程中的地位,课程体系已具雏形.

2.3　实验导向的物理内容教学与学科能力培养

第3阶段(1988—2000年).观察和实验是物理学的基础,物理学体系的建立需要大量实验检验而得以实现.在学科体系完善和知识教学的物理课程逐渐专业化之后,学生对物理知识的掌握程度加深,丰富度提高,以此为基础,旨在培养学生综合能力之实验教学的地位空前提升.1988年初级中学物理教学大纲明确规定“初中物理教学要以观察、实验为基础”[8].观察现象、演示和学生实验,能使学生对物理事实有具体而清晰的认识,是理解物理概念和规律的基础,对培养学生的观察和实验能力、科学求实的学习态度具有不可替代的作用.因此,物理教学要重视学生观察身边的科学现象,加强教师演示和学生实验.同时,该阶段还强调对学生情感态度的培育.1996和2000年的课程标准提出要培养学生探索科学的兴趣.学生的学习是在教师指导下的主动建构过程,学生只有在积极的状态下,经过认真的思考和实践,才能真正理解物理知识,获得相应的学科能力.现阶段,“以学生为主”的理念进一步强化,“学习”和“能力”成为高频关键词,涉及学习兴趣和学习态度的养成、物理能力的培养等,较好地体现了物理学的基本特点与学生发展的有机统一[9].此外,还应该注意培养学生良好的物理学习习惯.该阶段的物理课程标准亦明确要求培养学生学习物理的习惯,主要是用观察实验探索物理事实的习惯,力求理解而不是死记硬背的习惯,以及应用所学知识解释周围自然现象和动手解决简单问题的习惯等.

2.4　学生素养和学科问题的多元主体协同

第4阶段(2001—2017年).从物理课程的整体发展动态分析经历了从素质教育向核心素养的转型,物理观念、科学思维、实验探究、科学态度与责任构成了四维物理学科核心素养体系.学生与其直接接触的情境因素的外延得到深化:一方面,生活和社会已然成为学生学习的场所,非正式场景中的教育发展迅速;另一方面,物理学的科研成果对生活和社会的反哺程度加大,日益丰富的科技成果涌入市场,成为改变人们生活的重要工具.核心素养成为新时期立德树人育人目标的关键指向,素养是能力的综合,多元主体协同的物理课程发展态势成为此阶段的特征.教育的目的不是培养在科技或社会科学领域里一个能干或很能干的技术型工具,而是培养发展完善的、具有健康人格的人,并且素养是经过后天的训练而成[10].2001年义务教育物理课程标准要求“经历基本的科学探究过程,具有初步的科学探究能力,乐于参与和科学技术有关的社会活动,在实践中有依靠自己的科学素养提高工作效率的意识”,提出了科学素养[11];2003年的物理课程标准对科学素养的要求进一步提高,并在课程目标上注重提高全体学生的科学素养,从知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观等3个方面为学生终身发展、应对现代社会和未来发展的挑战奠定基础[12];2011年的课程理念延续了2003年的表述;2017年正式提出物理学科的核心素养,并将课程基本理念定位为“注重体现物理学科本质,培养学生物理核心素养”,积极回应新时期国家立德树人的育人目标[13].在这一阶段,学科问题也成为显著特征;2001年首次提出科学探究的第1个环节——提出问题,要求学生能在观察的基础上凝练出所要探究的问题;2003年课程目标部分要求“经历科学探究过程,认识科学探究的意义,尝试应用科学探究的方法研究物理问题,验证物理规律”;2011年“关注能源利用与可持续发展等问题”[14],同时社会性

议题出现;2017年定位为掌握物理问题的解决方法.综上所述,21世纪以来,物理课程内在的学科问题同时在内涵和外延2个维度得到深化与丰富,并同社会性议题相关联.

3 规律挖掘

基于百年物理课程标准的阶段性演变特征,利用TF-IDF算法进行深度的纵向沿革趋势研究.选择共现频次、TF-IDF值和主题关联度3个指标筛选出最具代表性的10个关键词,绘制年度TF-IDF值折线图,以探索百年物理课程的逻辑演进与变革特征.

3.1 初中物理课程的阶段演进规律

汇总各版本初中物理课程标准关键词TF-IDF权重如表1所示.

(1)第1阶段初中课程标准的特点体现在学生地位、教师职能和并行能力3个方面.首先,学生地位逐渐上升."学生"一词在1932年初中物理课程标准中首次出现,权重为0.20,位居第二;随后,在1936年初级中学物理课程标准与1941年颁布的修正初级中学物理课程标准和六年制中学物理课程标准草案中权重均居首位,且整体呈上升趋势.其次,教师的职能逐渐明确.1923年初级中学自然课程纲要中没有明确描述教师职能,"使知"的指向具有2个方面,其一指教师使学生知道物理知识,其二是通过物理知识的学习,使学生知道自然界与人生的关系;1929年初级中学自然科暂行课程标准中,教师职能依然未见明晰;1948年修订初级中学理化课程标准中,"讲习"一词浮现,教师职能得到明确表述.最后,基本能力与实际应用能力并驾齐驱.基本能力是指学生认识、记忆、理解物理学科概念、规律及原理等基本知识的能力,是物理学科最为基础的技能.实际应用能力指向知识的应用范畴,如学会用物理知识解决实际问题等.因此,课程标准中的"定律""原理"等属于基本能力,而"用法""制造""功用"属于实际应用能力.

(2)第2阶段初中课程标准的特点可以概括为课外生活、教学行为和直观教学3个方面.首先,学生课外生活得到关注.在1952年中学物理科课程标准草案中,课外作业的权重为0.24,课程标准认为学生的课外作业是物理教学的重要组成部分,包括阅读教科书和教师所指定的参考读物以及作教师指定的物理习题等,教师应该加以指导,课外参观、课外阅读也属于课外作业的构成要素.其次,对教师教学行为给出规范要求.此阶段出现了"课时"要求,1963年"课时"的权重为0.19,同时对初中各年级的总课时做出具体规划,并对每一个章节的课时

表1 各版本初中物理课程标准关键词TF-IDF权重

版本	关键词1		关键词2		关键词3		关键词4		关键词5	
	名称	权重	名称	权重	名称	权重	名称	权重	名称	权重
1923年初级中学自然课程纲要	使知	0.33	混合	0.24	理化	0.20	生物	0.20	自然界	0.18
1929年初级中学自然科暂行课程标准	自然科	0.20	功用	0.20	实验	0.16	制造	0.14	科学	0.14
1932年初级中学物理课程标准	滑车	0.21	学生	0.20	灵视	0.19	用法	0.18	容积	0.14
1936年初级中学物理课程标准	学生	0.28	滑车	0.26	教材	0.18	摩擦	0.14	器具	0.13
1941年六年制中学物理课程标准草案	学生	0.30	定律	0.18	原理	0.15	联接	0.12	测定	0.11
1941年修正初级中学物理课程标准	学生	0.34	定律	0.17	教材	0.13	原理	0.12	滑车	0.11
1948年修订初级中学理化课程标准	性质	0.52	讲习	0.20	实验	0.15	教材	0.12	理化	0.11
1950年物理精简纲要草案	例举	0.26	算式	0.23	表演	0.23	说明	0.18	试验	0.14
1952年中学物理科课程标准草案	上课	0.45	小时	0.40	课外作业	0.24	学生	0.22	实验	0.19
1952年中学物理教学大纲草案	学生	0.31	定律	0.20	实验	0.19	教师	0.18	物理	0.17
1956年中学物理教学大纲修订草案	学生	0.43	演示	0.23	实验	0.21	知识	0.18	物理	0.18
1963年全日制中学物理教学大纲草案	知识	0.38	学生	0.37	讲授	0.32	物理	0.20	课时	0.19
1978年十年制学校物理教学大纲	学生	0.31	演示	0.22	实验	0.21	物理	0.19	电路	0.16
1986年全日制中学物理教学大纲	学生	0.46	物理	0.20	实验	0.20	教学	0.19	图象	0.18
1988年初级中学物理教学大纲	学生	0.36	理解	0.29	知识	0.29	物理	0.25	挂图	0.22
1990年全日制中学物理教学大纲	学生	0.47	教学	0.21	物理	0.2	演示	0.19	实验	0.18
1992年初级中学物理教学大纲	常识性	0.35	学生	0.34	知识	0.28	物理	0.24	理解	0.24
2000年初级中学物理教学大纲	学生	0.37	物理	0.31	知识	0.25	挂图	0.22	理解	0.21
2001年义务教育物理课程标准	探究	0.37	学生	0.35	科学探究	0.25	科学	0.21	学习	0.20
2011年义务教育物理课程标准	学生	0.40	探究	0.38	评价	0.27	科学探究	0.25	实验	0.19

注:TF-IDF为词频-逆文本频率.

进行了细致安排.最后,直观教学法作用频现."演示""图像"成为此阶段直观教学的重要形式和工具.

(3)第3阶段的特点在知识掌握、直观教学和学生主体方面得到体现.首先,明确要求学生对知识的掌握程度.课程目标分为认知性目标、行为性目标和体现性目标,理解水平的行为动词代表了学生所能达到的高水平认知标准,包括解释、理解、计算3种高阶认知活动.描述认知水平的"理解"一词在1988年首次跃居特征词权重的前5位,并且1992和2000年均排在前5位,这一时段对学生认知水平的要求更为明确.其次,直观教学持续重视.初中生年龄小,此学段的物理学习起到科学启蒙的作用,挂图、实验和演示等方法有利于学生理解物理知识,养成细致观察的良好习惯.在1988年初级中学物理教学大纲中,"挂图"的权重为0.22.从夸美纽斯提出直观性教学原则以来,其一直作为教学的"金科玉律",从"感知直观"到"理智直观",对教育学意义的超越和扩展成为重要议题,在课程标准中也有重要体现,其中1990年全日制中学物理教学大纲中"演示"和"实验"居于重要地位[15].最后,学生的权重进一步提升.此阶段"学生"的权重每年都在前5位,其中1988和2000年都盘踞在首位,且权重都在0.34以上,较之前2个阶段的权重有所上升.

(4)第4阶段的特点体现在科学探究、课程目标和学业测评3个维度.首先,此阶段物理课程标准首次提出"科学探究"的概念."探究"是美国国家科学教育标准的核心理念,强调基于学生经验的真实问题的探究是科学教学的核心策略[16-17].我国第8次课程改革对科学学科课程标准的制定对其进行了借鉴.1996年全日制普通高级中学物理教学大纲中首次出现"探究"一词,要求培养学生独立思考的能力和习惯,留有思考、探究和自我开拓的余地,鼓励主动地、独立地钻研问题[8].21世纪之后颁布的课程标准中,"科学探究"首次出现在2001年义务教育物理课程标准.从2001年关注探究活动的设置到2011年提高科学探究的质量和学习目标的达成,体现对新时代育人标准的参照.其次,倾向三维教学目标的实践和评测."科学""学习""学生""评价"成为这一阶段的重要关键词,科学和学习指向学生物理概念的形成和物理思维的建构,更新原有知识生成的评价理念,将情感、态度与价值观纳入评价体系.最后,形成性评价和终结性评价相得益彰.2001和2011年义务教育物理课程标准均强调形成性评价与终结性评价的结合,及其诊断、激励和发展功能,促进学生基于原有水平的高阶能力发展,为改进教学提供循证依据.

3.2　高中物理课程的阶段演进规律

通过各版本高中物理课程标准关键词TF-IDF权重表(表2)可知,本阶段演进规律是知识贯通的学科能力与核心素养.

(1)第1阶段的高中课程标准聚焦在物理知识、科学研究和实验技能3个方面.首先,着重描述物理知识.在这一阶段,对物理知识的规定十分详尽,并且占据重要地位,既包括定理、定律、原理等系统性物理知识,也包括抵抗、磁性和磁电等较为精细化的电磁学领域知识.其次,"研究"作为高阶能力首次提出.研究是主动寻求根本性原因与更高可靠性依据,在《教育大辞典》中被释义为"探求事物的性质、结论、发展规律等",是对高年级学生的要求[18].1923年高级中学公共必修的科学概论课程纲要首次出现,但重要性较低;在1929年,跻身于关键词权重的前5位,要求学生"掌握演绎归纳观察试验的方法,应用于研究一切学问",体现了朴素的功利性育人价值目标的诉求.最后,"实验"成为高中学生必备技能.基于物理的学科性质和高中学生的知识水平,实验的重要地位不言而喻.但在这一时期,实验器材极其匮乏,如1929年提到"实验多少,当视设备如何,由教师斟酌自定之".因此,当时的实验和观察时常相伴出现,观察成为实验的重要途径,如在1923年即要求养成学生有精密之观察力.

(2)第2阶段处于新中国成立初期,主要借鉴苏联的教育模式,重视学科知识内容的基础性、系统性和连贯性.但苏联教育模式僵化课本知识,过分注重学科内在建制,与实际生产生活脱离,于是我国开始以苏联的课程标准为蓝本进行本土化实践,探索符合国情的物理课程标准.因此,1956年中学物理教学大纲修订草案应运而生[8].在这一阶段,高中与该阶段初中课程标准基本一致.关注学生的课外生活,细致划分了教学内容以及教学所需课时以及再次对直观教学法进行描述和要求.同时提出了劳动教育,即让学生在自己的主要劳动活动学习过程中和各种课外活动中还应该养成坚强、勇于克服困难和合理地组织工作等劳动品质,为近年来强调的劳动教育提供本国的历史经验.

(3)第3阶段的高中物理课程标准聚焦学科能力的培育,集中体现在以下3个方面.首先,发展学

表2 各版本高中物理课程标准关键词TF-IDF权重

版本	关键词1		关键词2		关键词3		关键词4		关键词5	
	名称	权重	名称	权重	名称	权重	名称	权重	名称	权重
1923年高级中学公共必修的科学概论课程纲要	科学	0.53	智识	0.50	论理	0.17	发达	0.15	学分	0.11
1923年高级中学第二组必修的物理学课程纲要	定理	0.28	抵抗	0.20	阿几米迭斯	0.17	磁性	0.15	磁电	0.15
1929年高级中学普通科物理暂行课程标准	定律	0.30	学生	0.17	实验	0.15	物理	0.14	研究	0.14
1932年高级中学物理课程标准	学生	0.30	实验	0.17	定律	0.17	原理	0.15	用法	0.13
1936年高级中学物理课程标准	学生	0.31	原理	0.20	定律	0.20	实验	0.16	教材	0.14
1941年修正高级中学物理课程标准	学生	0.29	原理	0.21	定律	0.21	实验	0.16	比重	0.16
1941年六年制中学物理课程标准草案	学生	0.29	原理	0.21	定律	0.21	实验	0.16	比重	0.16
1948年修订高级中学物理课程标准	学生	0.31	定律	0.16	原理	0.15	教材	0.12	实验	0.11
1950年物理精简纲要草案	例举	0.24	算式	0.22	表演	0.21	意义	0.17	说明	0.16
1952年中学物理科课程标准草案	例举	0.25	算式	0.23	表演	0.22	意义	0.17	说明	0.17
1952年中学物理教学大纲(草案)	上课	0.48	小时	0.33	课外作业	0.26	学生	0.23	实验	0.20
1956年中学物理教学大纲修订草案	学生	0.33	实验	0.20	物理	0.18	定律	0.18	教师	0.18
1963年全日制中学物理教学大纲(草案)	学生	0.43	演示	0.24	实验	0.21	物理	0.19	知识	0.18
1978年十年制物理教学大纲试行草案	学生	0.37	知识	0.37	讲授	0.28	物理	0.21	课时	0.21
1986年全日制中学物理教学大纲	学生	0.32	演示	0.24	实验	0.22	物理	0.21	电路	0.16
1990年全日制中学物理教学大纲	学生	0.48	物理	0.22	教学	0.20	实验	0.20	演示	0.20
1996年全日制普通高级中学物理教学大纲	学生	0.48	教学	0.23	物理	0.22	演示	0.20	实验	0.19
2000年全日制普通高级中学物理教学大纲	演示	0.28	学生	0.28	内容	0.24	实验	0.19	物理课	0.18
2003高中物理课程标准	学生	0.32	演示	0.28	内容	0.22	实验	0.20	能力	0.16
2017普通高中物理课程标准	模块	0.34	学生	0.26	实验	0.21	学习	0.19	评价	0.18

生能力成为物理课程的重要目标.这一时期,物理教学的目的定位中,对“物理知识”掌握和“学科能力”的养成成为物理教育中的核心理念.在两足鼎力的局势下,学生的情感态度和爱国主义情怀穿插其中.对物理问题尤其是结构不良问题的解决能力成为物理课程能力培养的首要目标,为国家现代化建设提供科学人才的支持.其次,对学生实验操作的要求提高.初中物理教学应以观察和实验为基础,使学生初步掌握力学、热学、电学、光学及其在实践中的应用知识,培养学生对物理的兴趣和学习物理的良好习惯.而高中则是在此基础上的深化,分为必修课和选修课2部分,必修课侧重于提高学生的文化素质,选修课侧重于根据学生的兴趣培养学生的能力.在此背景下,对学生的实验要求提高,在必修部分和选修部分均有实验设置,不仅数量增多,实验的目的从帮助学生理解物理知识转向实验技能的提高.最后,学生的主体地位进一步确定.“学生”的权重在1990年达到峰值(0.48),较之前2个阶段,学生的权重有了较大增幅.一方面学生的主体地位得到提升,1986年全日制中学物理教学大纲首次明确了学生的学习是一个在教师指导下的认知过程,而学生是这个过程的主体,1990年全日制中学物理教学大纲是对1986年版的继承和深化,因此学生的权重达到峰值;另一方面,从多个角度对学生的物理学习提出要求,如对学生进行以辩证唯物主义和爱国主义为主的思想教育,培养学生学以致用的能力等.

(4)第4阶段的高中物理课程标准以核心素养为导向,在课程模块、核心素养和评价方面较为突出.首先,物理教学以模块的形式进行.1990年全日制中学物理教学大纲首次将物理课程内容分为必修和选修部分,但在教学内容的设置上沿袭自低年级到高年级的排列顺序.2003年高中物理课程标准的内容标准部分设为课程模块,整体分为必修和选修模块2部分.必修模块涵盖力与运动的内容,每个选修系列又包含了一个主题模块的内容,形成了嵌套式结构.着眼于学生全面发展和终身发展的需要,提出了面向全体学生的基本理念[19].2017年又对2003年的模块进行调整,为核心素养的发展奠定基础.其次,核心素养成为21世纪学生必备能力.核心素养是2017年普通高中物理课程标准相较于以往的主要变化,旨在明确高中阶段“培养什么人”“怎样培养人”的核心价值.物理观念已然超越物理核心概念的生成,即在物理知识的基础上,结合逻辑推理、思维论证以及科学探究形成一种物理的自然观,是物理课程的最终归宿[20].科学思维是科学推理和论证的产物,科学探究是对以往课程标准的继承,科学态度和责任指向学生的必备品格.最后,以评价

的方式促进学生发展.2003年高中物理课程标准强调评价在促进学生发展方面的作用,弱化评价的甄别与选拔功能;2017年普通高中物理课程标准还增加了可供参考的评价案例,并细化了评价目标,设置了学业质量水平标准,增强了对教学和评价的指导性.

4　物理课程核心观念的百年建构与反思

计算每一版课程标准的关键词的TF-IDF值,并将所有版本的既定关键词的TF-IDF值累加,最终确定排名前10位的高中和初中物理课程标准关键词,作为描述课程标准变迁的特征词,以这些关键词TF-IDF值在每版所占的百分比作为纵轴绘制图,分别探索初高中百年课标的变迁轨迹.

4.1　初中物理课程核心观念的百年建构

从高频特征词可知,“学生”一直为物理课程的关注的重点,与此同时,“实验”也是物理课程的重要组成部分.整体来看,整个初中物理课程侧重学生主体性的发挥以及以实验为基本的学科内在建制的生成(图1).第1阶段物理课程的引入带来科学启蒙,颁布了8份初中物理课程标准,1923年初级中学自然课程纲要首次明确规定了物理教学内容[4].在物理课程的启蒙阶段,“学生”是主要的特征词,但是值得注意的是,在这一时期,“学生”的TF-IDF值虽然占比较大,但并非强调学生的主体地位,而是在描述教师通过教授物理内容,使学生通过物理学习能达到的水平,“使学生……”频现于课程目标,体现了对学生物理学习成就的关切.在第2阶段,变化最明显的是“演示”和“教师”.演示是直观教学的重要组成部分,在较大程度上刺激学生的感知觉,促进有意义的知识建构.而且本阶段以教师为中心,教师的实验演示作用巨大.进一步分析教学方法,讲授法并未沉寂,而是与演示呈现此起彼伏的态势.学生、物理和知识也是主要的特征词,从侧面说明物理学科体系正在完善,物理知识的重要价值进一步显化,所主张的对学生双基的培养,正是此阶段物理课程核心观念的体现.第3阶段,实验、学习、学生和知识占据主要地位,基础知识成为主要的教学内容,学生的主体性得到真正显现.随着学生主体地位的提升以及学习科学研究成果的发展,学习在这一阶段逐渐崭露头角.作为核心素养重要组成部分的探究也开始在20世纪末萌生,课程标准内容逐渐多元化.第4阶段,整个课程的关注点在于学生和探究,针对学生学习过程和学习结果的描述增多,如学习、知识和实验等,尤其是2011年,学生的主体性进一步加强,主要表现为学生本身所占权重百分比较高,且探究、学习等学生的学习活动导向占比较大,结合2017年普通高中物理课程标准[21],学生的关键能力和必备品格的养成是当代学科课程的前沿,可见,物理课程标准已经转型为学生和过程中心.

4.2　高中物理课程核心观念的百年建构

高中物理课程中学生的地位在1923年处于峰值,随后呈波动起伏状态并趋于稳定(图2).实验的地位在1923和1950年最低,1978年最高,属于课程标准重点强调的内容.从百年课程史可知,物理学科逐渐从科学中独立,2017年的学科独立性达到顶峰.物理定律的关注度下降,实验和实物演示更加强调,直观教学法在初期作为重要的教学方式.从建国初期至20世纪末,得益于电化教育的普及,幻灯片等演示形式成为教育界呼吁的主流技术[22].以牛顿经典力学为基础的运动学知识的地位经历了

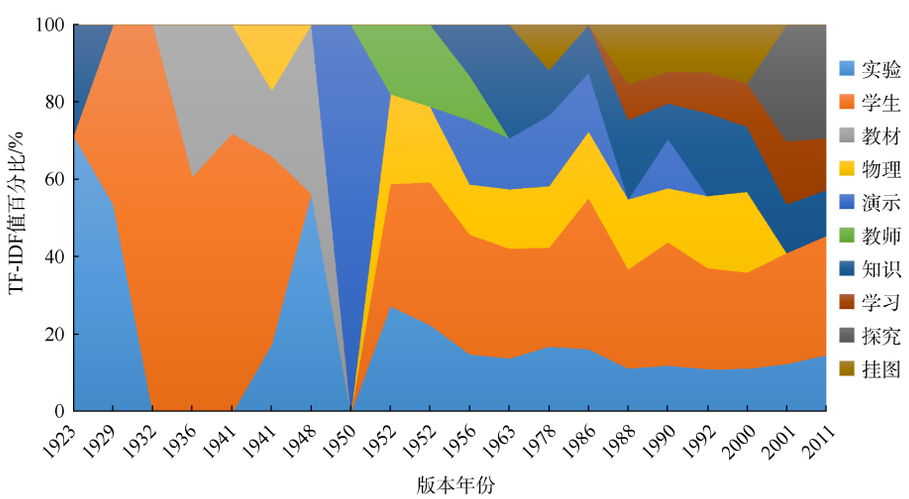


图1　初中物理课程标准关键词TF-IDF值百分比变迁

从上升到逐渐下降的历程,随着物理学自身体系的发展以及课程标准内容的规范化和明晰化,光学、原子物理和量子物理等新的内容引入课程标准,“知识”的地位上升,取代了具体的知识内容,如“运动”“关系”等地位下降.1950年之前的物理课程标准重视物理知识的应用,1950年的课程标准中应用的地位最高,体现了以科学知识建设祖国的历史重担,随后在1952—1963年颁布的课程标准都是以苏联的课程标准为蓝图,强调知识的灌输,忽视对知识应用能力的培养,应用地位弱化.实验现象是实验最直接的表现,生活中的自然现象是学生学习物理的良好素材,给学生以丰富的感性认知,现象一直是物理课程标准中的重要特征词,1950年TF-IDF值所占百分比最高,现象在1950年最为重要,在1990年百分比最低,但整体变化不大.由阶段特征性可知,在第1阶段,“学生”和“定律”成为关注的焦点,和初中该阶段的特征相同,关注学生学业成就并非主体地位.定律是物理知识的主要呈现形式,物理定律体现了该阶段随着物理学整体的发展,学科内在建制的时代关切.第2阶段,学生权重所占比例仍然处于首位,挂图等直观性教学的辅助工具比重上升.第3阶段,挂图有沉寂之势,学生的主体地位得到确定.第4阶段,“学生”“物理”双边发展,学习体现出学生知识的内生性和探究的过程性,立足于立德树人的育人目标,以培育核心素养为归宿.

4.3　从学段比较看实体知识到素养行动

物理课程的发展在初中和高中2个学段不尽相同,纵观2个学段的课程建构轨迹,可以发现,无论是低龄学段还是高龄学段,学科的核心理念从关注学生实体知识观念的生成,转向学生的科学实践,并最终指向学生应具备的、能够适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力——核心素养的培育.但是在具体的课程关注点上,2个学段各有特色.

物理课程育人价值观彰显人的能动性,形成多元包容的课程创生体系.沿循整个物理全学段课程的发展路径,探求物理课程的创生体系,可以发现,在清末民初至新中国成立前的物理课程的引入带来科学启蒙阶段,2个学段的物理课程的核心关切为学生对知识的掌握程度,学习物理的目的在于明智并为拯救纷乱的国家做出贡献.在新中国成立初期至改革开放初期,在苏联课标的影响下,物理课程进入基本知识和实验能力促进课程建设,在这一时期,实验技能成为课程建设的重要一环,甚至出现了对实验室规格的要求,同时,受苏联课程建制的影响,系统的学科知识成为教师向学生传授的主要内容,课外作业以及劳动作业也有提及.在改革开放中国进入稳定的高速发展阶段,要求物理课程强调认知能力和实际应用为国家建设持续发力,学生走向课程的中心,学生的认知能力成为物理教育的重要价值追求,学生的能动性得以发挥,尤其在第8次课程改革之后,形成以科学探究和核心素养促进学生学科能力均衡发展的课程体系.至此,学生的主动性与学生作为人的能动性得以充分发挥,知识、能力、探究、素养和认知在整个课程体系循序共生,形成了多元包容的课程创生体系.从科学探究到核心素养存在千丝万缕的联系:首先,科学探究内嵌于核心素养之中,成为核心素养体系的重要建构成分;其次,核心素养是学生必备的品格和关键能力,科学探究也是学生实践能力的主要体现途径,学生通过物理学习内化的带有物理学科特性的品质,是学生核心素养的重要构成[23].因此,二者在对学生能力要求上存在较大的一致性.核心素养在升华学科能力的基础上,仍然兼顾了能力要求的全面性,是新时期高中物理课程的育人目标和核心理念.

纵观我国百年中学物理课程的沿革趋势,课程理念的核心关切由物理知识转向科学行动.初中是

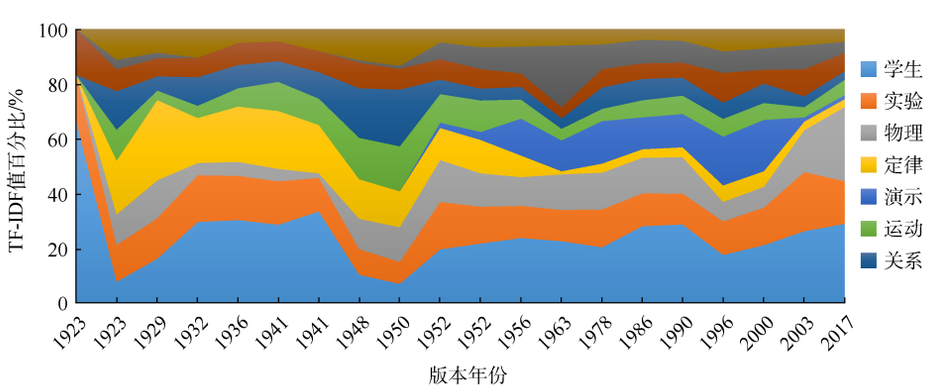


图2　高中物理课程标准关键词TF-IDF值百分比变迁

学生初次学习物理的学段,直观而感性是初中物理课程的典型特征,学生的物理学习兴趣成为物理课程初期的核心关切,同时知识育人目标被看作是物理学科科学行动的基石[24].在借鉴美国国家科学课程标准的基础上,科学探究成为百年课程标准的核心特征词,科学探究是一种高阶的科学行动,需要学生多种能力的协同发展,才能完成探究活动并获得有效学习成果.美国国家研究理事会(NRC)于2011年7月发布"K-12年级科学教育框架:实践、跨学科概念和核心概念",科学实践成为其关注热点,并将科学作为社会性活动的特质.对学生认知水平的要求逐步提高,高中课程超越了初步了解等低认知水平的要求,理解、运用等成为其基本要求,同时发展学生的核心素养成为新一轮课程的精髓与本质,精准指向科学实践为核心的科学行动力,充分体现了从物理知识转向科学行动的静态知识观到动态科学决策的物理课程新的方法论,必将推动以物理课程为代表的科技拔尖后备人才的学科培养与管道突围.

5 结　论

初中物理课程侧重学生主体性的发挥及以实验为基本的学科内在建制的生成,演示作为直观教学的组成部分为促进学生有意义的知识建构至关重要.高中物理课程中侧重关注学生、实验、实物演示,重视物理知识的应用,体现了利用科学知识进行建设的历史背景.从学段比较可知,我国中学物理课程从注重实体知识逐渐转为重视素养行动.从物理知识到科学探究再到科学实践,体现了科学课程从静态知识观到动态行动力的演变历程.此外,高中物理课程在完成知识进阶的同时将素养的培育作为核心育人目标,基础教育阶段的学科课程体现了初中到高中的学科知识呈螺旋上升的趋势.高中物理知识的边界扩大,精细化程度升高,被视作初中物理知识的进阶,学科的核心理念在育人目标方面也发生了较大变化.

参 考 文 献

[1] 郭玉英,张玉峰,姚建欣.物理学科能力及其表现研究[J].教育学报,2016,12(4):57-63.

[2] IWAN R M. When physics became king[M]. Chicago: The University of Chicago Press,2005.

[3] 孙闯,桂维玲.新旧高中物理课程标准的比较分析[J].教学与管理,2018(9):90-92.

[4] 杜明荣,邹沅珂,张晋.中瑞义务教育"物理课程标准"比较研究[J].物理教学,2020,42(6):75-78.

[5] 金毅,袁海泉.义务教育物理课程标准与江苏中考试卷一致性分析[J].物理教师,2016,37(6):31-34.

[6] 王晶莹,宋倩茹,高守宝.我国中学物理学科能力的百年建构[J].全球教育展望,2020,49(2):15-34.

[7] 张藻良.初中物理活动挂图[J].教学仪器与实验,1988(4):22-23.

[8] 课程教材研究所.20世纪中国中小学课程标准·教学大纲汇编:物理卷[M].北京:人民教育出版社,2001.

[9] 张英欢,周丐晓,张颖之.中加高中生物课程标准的课程理念及课程目标比较[J].首都师范大学学报(自然科学版),2014,35(3):57-60.

[10] 张芳,续佩君.物理教学与人文精神教育[J].首都师范大学学报(自然科学版),2011,32(3):11-14.

[11] 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2001年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2001.

[12] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(实验)[S].北京:人民教育出版社,2003.

[13] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2017.

[14] 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2011年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2011.

[15] 刘徐湘,胡弼成.从感知到理智:现代直观性教学原则的意义扩展[J].教育学报,2012,8(2):66-71.

[16] 唐小为,丁邦平."科学探究"缘何变身"科学实践"?:解读美国科学教育框架理念的首位关键词之变[J].教育研究,2012,33(11):141-145.

[17] NATIONAL COMMITTEE. National science education standards[S]. Washington:National Academy Press,1996.

[18] 顾明远.教育大辞典[M].上海:上海教育出版社,1992.

[19] 邢红军,陈清梅.物理能力的基本理论研究[J].首都师范大学学报(自然科学版),2006,27(4):27-32+38.

[20] 廖伯琴,李洪俊,李晓岩.高中物理学科核心素养解读及教学建议[J].全球教育展望,2019,48(9):77-88.

[21] 廖伯琴.以学生发展为本改进普通高中物理课程:《普通高中物理课程标准(2017年版)》解读[J].人民教育,2018(10):43-46.

[22] 田宝军,王德林.电子学习:构建世界课堂:美国基础教育信息化发展的新战略[J].电化教育研究,2003(3):45-48.

[23] 邢红军,童大振.聚焦课堂教学:学生发展核心素养的生命之源:以物理高端备课的研究为例[J].教育科学研究,2019(9):61-66+72.

[24] 朱星昨.在物理学科教学中进行科学观教育的研究[D].北京:首都师范大学,2005.

(责任编辑:兰丽丽)