

# 我国中学物理学科能力的百年建构<sup>\*</sup>

王晶莹 宋倩茹 高守宝

**摘要** 为建构我国百年中学物理学科能力,本文对31份课程标准进行了两个阶段的文本分析。第一阶段对目标文本开展高频词共现和特征词权重分析,结合分学段三维权重计量,阐明百年来物理课程四个发展阶段的内在演进与学科能力变革特征。第二阶段对目标文本实施主题分析、评估分析和建构分析的质性文本研究,从基本能力、综合能力、问题解决、认识论、创造性思维五个维度建构百年中学物理学科能力。研究发现,百年课程发展史彰显物理学科能力的变革,基本能力和综合能力始终处于首要地位,问题解决能力日益凸显多元与协作,认识论能力由外而内地走向平衡与多元。研究审思了我国中学物理学科能力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的四大特征,并提出了物理课程标准需要循证地体现学科能力的不同层次和跨学科性,关切静态知识、动态学科实践到情商养成的多元路径,显化可持续发展观,促进初高中物理学科能力的接续贯通,以及优化人的价值观等五方面的建议。

**关键词** 中学物理; 物理学科能力; 课程标准; 课程目标; 文本分析

**作者简介** 王晶莹 / 北京师范大学教育学部教授 (北京 100875)

宋倩茹 / 山东师范大学物理与电子科学学院硕士研究生 (济南 250358)

高守宝 / 山东师范大学物理与电子科学学院副教授 (济南 250358)

课程标准是国家颁布的课程纲领,是课程实施的指导性文件,其中的课程目标明确了立德树人的学科教育期望,也蕴含着对学生能力培养的要求。从1902年清政府管学大臣张百熙主持制定《钦定学堂章程》,到2017版《普通高中物理课程标准》的颁布,我国中学物理课程的发展已逾百年。与时俱进地培养学生的学科能力成为物理教育的核心目标,百年课程中物理学科能力的建构将反映出不同发展阶段对中学生所应具备的物理能力的要求。为厘清物理学科能力的百年演变轨迹和发展特征,本研究选取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四个阶段,利用文本分析软件和自然语言处理系统开展高频词共现和特征词权重分析,结合分学段三维权重计量,深度剖析百年中学物理课程发展史特征和能力变革;并基于物理学科能力分

<sup>\*</sup> 本文系北京市教育科学规划重点项目“教师效能的国际比较研究:基于TALIS、PISA和TIMSS的经验”(项目编号:CABA16034)的阶段性成果。

类框架,从基本能力、综合能力、问题解决、认识论和创造性思维五个维度对课程目标进行学科能力演变的文本研究,以构建我国百年中学物理学科能力。

## 一、研究方法

我国基础教育阶段历来重视数理化教育,物理学科能力被认为是物理核心素养的重要组成部分。本文以百年来的中学物理课程标准为研究对象,综合运用多种文本分析方法,剖析其对物理学科能力要求的演变特征,从而为当前的物理课程改革提供历史文本的研究证据和实证分析的科学研究依据。

### (一) 研究背景和对象

学科能力是成功解决学科问题或完成学科任务的个性特征<sup>[1]</sup>,以概括能力为基础,兼具思维品质成分和个体差异以及学科的特殊能力<sup>[2]</sup>。物理学科能力是指学生顺利进行物理学科的认识活动和问题解决活动所必需的、稳定的心理调节机制,是系统化、结构化的物理学科知识技能及核心活动经验图式(稳定的学科经验结构)对学习行为的定向调节和执行调节。<sup>[3]</sup>欧美发达国家倡导合科的科学教育,重视考查科学教育对学生能力的培养,因此诸多国际大型测评项目均以科学素养为基准进行测评。如国际学生测评项目(Program for International Student Assessment,简称PISA)强调在现实生活中创造性地运用基本科学知识的能力,围绕科学素养的四个方面,即科学知识、科学态度、科学能力和情境脉络展开<sup>[4]</sup>,测评内容的知识领域涉及物理学科,关注物理知识、物理态度、物理技能和物理情境,2018年时还新增了创造性思维。美国国家教育进步评价(The National Assessment of Educational Progress,简称NAEP)的测评框架突出科学实践,涵盖识别科学原理、运用科学探究、运用科学原理以及运用科学实验设计。<sup>[5]</sup>发展中国家则特别强调分科的物理能力,比如土耳其咖兹大学的安鲁·珀温(Unlu Pervin)通过对本国科学艺术中心11—13岁资优生物理能力的测量,将物理能力分为六大方面:物理学习兴趣、形成新的物理信息的能力、解释物理主题和实验现象的能力、进行物理原理和规律的分析、具备将物理与其他学科相联系的跨学科能力、能够改进所学物理知识和技能。<sup>[6]</sup>

物理学最初是从自然哲学中分化出来的,19世纪中叶才成为一门独立的学科<sup>[7]</sup>。20世纪初,物理学已然成为揭示自然规律、探索宇宙奥秘的最重要的学科之一,被誉为“自然科学之王”<sup>[8]</sup>。1862年,清廷开办京师同文馆。1869年,丁韪良被擢升为同文馆总教习,在其推动下,格物学(即物理)成为正式课程。20世纪初,随着兴学堂和推行新学制等一系列改革举措,物理课程成为新式学校教育的重要部分。<sup>[9]</sup>1923年,民国政府教育部颁布了《新学制课程标准纲要》,其中包括《初级中学自然课程纲要》,它是中国最早的物理课程标准。作为目标文本的物理课程标准集中体现了国家层面对物理学科能力的要求,具有高度的指导性。本研究即是以1902—2017年颁布的中学物理课程标准为

研究对象 系统分析目标文本(无课程目标则取相同地位部分)对物理学科能力的要求,共涉及 20 个年份 31 部课程标准(见表 1)。1912 年民国政府正式使用课程标准作为教育指导性文件,公布了《普通教育暂行课程标准》,“课程标准”一词沿用至 1952 年。1952 年《中学物理教学大纲(草案)》是在借鉴苏联教育模式的基础上制定的,1956 年开始至 20 世纪末,“课程标准”全部改为“教学大纲”,本文为了表述方便将其统称为“课程标准”。

表 1 我国百年中学物理课程标准版本汇总(1902—2019 年)

1923 年	《初级中学自然课程纲要》	1929 年	《初级中学自然科暂行课程标准》(合科)
	《高级中学公共必修的科学概论课程纲要》		《初级中学理化暂行课程标准》(分科)
	《高级中学第二组必修的物理学课程纲要》		《高级中学普通科物理暂行课程标准》
1932 年	《初级中学物理课程标准》	1936 年	《初级中学物理课程标准》
	《高级中学物理课程标准》		《高级中学物理课程标准》
1941 年	《修正初级中学物理课程标准》	1948 年	《修订初级中学理化课程标准》
	《修正高级中学物理课程标准》		《修订高级中学物理课程标准》
	《六年制中学物理课程标准草案》		
1952 年	《中学物理科课程标准草案》	1956 年	《中学物理教学大纲(修订草案)》
	《中学物理教学大纲(草案)》	1963 年	《全日制中学物理教学大纲(草案)》
1978 年	《中学物理教学大纲(试行草案)》	1986 年	《全日制中学物理教学大纲》
1988 年	《全日制初级中学物理教学大纲》	1990 年	《全日制中学物理教学大纲》
1992 年	《九年义务教育全日制初级中学物理教学大纲》	2000 年	《全日制初级中学物理教学大纲》
1996 年	《全日制普通高级中学物理教学大纲》		《全日制普通高级中学物理教学大纲》
2001 年	《全日制义务教育物理课程标准(实验稿)》	2003 年	《全日制义务教育物理课程标准(实验稿)》
2011 年	《义务教育物理课程标准》	2017 年	《普通高中物理课程标准》

## (二) 物理学科能力研究和分类框架

我国物理学科能力的探讨兴起于 1957 年,当时我国物理教育思想受苏联影响极大。当年 2 月教育部物理学座谈会上,苏联专家谢·伊·纳乌莫夫做了两次发言,并刊载于《人民教育》,引发了我国学者从经验角度对物理学科分项能力的探讨,涉及演算物理习题的能力、实验能力和独立思考能力等<sup>[10]</sup>。20 世纪 60 年代,我国学者较为重视物理审题和解题能力,70 年代转向分析物理

问题的能力<sup>[11]</sup>。80年代相关研究明显增多,正式从学理上讨论物理学科能力的内涵。娄溥仁在1980年连发数篇文章探讨物理学科能力的内涵与培养,提出物理学科能力分为一般能力和特殊能力,一般能力包括观察能力和思维能力,特殊能力则着重实验能力和自学能力。<sup>[12]</sup>当时的学者特别重视“双基”,也提出了阅读物理课本的能力、独立思考能力、想象能力和逻辑推理能力、论证和估算能力、运用数学解决物理问题的能力、分析物理过程的能力和说理表达能力等。80年代末,彭邦彦、阮阿英等人陆续提出物理教学应该培养学生的创造性思维能力<sup>[13][14]</sup>;郭玉英和阎金铎提出构成物理思维能力的三个主因素,即建立和运用物理映象的能力、概括能力、联想和发散思维能力<sup>[15]</sup>;段金梅和武建时指出中学物理学科能力包括五个维度,即观察实验能力、思维能力、分析问题和解决问题的能力、自学能力和创造性思维能力<sup>[16]</sup>。

90年代初期,我国学者格外重视物理思维能力,有关想象力、类比思维、逆向思维、直觉思维、形象思维、抽象思维、模型建立、推理能力和创造性思维的研究不断涌现。苏睿、李来政利用因素分析法,得到中学生物理能力结构,包括模式识别、实验分析、思维现象、筛选贮存、知识迁移以及数理推理等高阶综合能力。<sup>[17]</sup>20世纪末的物理高考说明提出了理解、推理、分析综合、应用数学处理物理问题和实验等五项能力目标。总的来说,20世纪的物理学科能力研究从单一朴素的“双基”逐步过渡到多样化的物理思维,重视思维能力的培养和训练,且实验能力贯穿始终。21世纪伊始,研究者开始分析课程标准的能力目标,综合能力和创造/创新能力得到普遍重视,深层次认知思维(元认知、自我监控、物理问题表征、批判性思维等)备受青睐,科学探究的系列能力(提出问题、收集和处理信息、质疑、建模、合作交流、猜想等)如雨后春笋般出现,科学阅读能力和学科整合能力也逐渐得到重视,物理能力测量、调查、结构和发展以及体系构建的实证研究陆续出现。续佩君对物理能力进行了外显的水平测量,运用等价排除法科学测查了观察能力、实验能力和物理思维能力等。<sup>[18]</sup>邢红军、陈清梅根据智力+技能+认知结构(知识+科学方法)形成能力的结构理论,将物理能力分为观察实验能力、想象能力、思维能力、运算能力、运用物理知识和科学方法的能力五类,并对初中生物理能力表现进行了调查。<sup>[19]</sup>李春密提出中学生物理实验操作能力是物理实验能力的核心部分,并构建了物理实验操作能力的结构模型。<sup>[20]</sup>郭玉英、张玉峰和姚建欣提出物理学科能力表现的理论框架,即学习理解能力、应用实践能力、迁移创新能力三大维度的9项一级指标和7级水平。<sup>[21]</sup>

从探索自然的朴素理论,建立经典物理体系,到20世纪相对论和量子论的革新,再到智能时代的物理学,物理学的演化历程即是人类探索未知世界的智慧和求真之途。基础物理课程具有独特的育人价值,物理学科能力的发展也是伴随着物理学和物理教育的演化历程,经历了初期的理论移植与经验积累、转型期的思想流变与实践改革、新课改后的理论繁荣与方法创新等不同阶段。<sup>[22]</sup>虽然我国学者对物理学科能力的划分标准不同,但其演进历程最终都包

含和指向了基本能力和综合能力,以实验能力、科学探究和科学思维为核心的问题解决能力,以情感态度价值观和学科本质为核心的认识论能力,以及高阶创造性思维。因此,本研究综合物理学科能力的层级式分类特征,将其能力领域进行了五级划分(基本能力、综合能力、问题解决能力、认识论和创造性思维),得到了中学物理学科能力文本分析的分类框架,实质上区分了静态能力和动态能力,并考量了高阶思维能力和各测评维度同质性与异质性的平衡。

表2 我国中学物理学科能力的分类框架

分 类		具 体 描 述
基本能力		学生认识、记忆、理解物理概念、规律和原理的基本知识和技能。
综合能力		学生能综合地使用基本能力,并能在一定程度上达到自动化的水平。
问题 解 决 能 力	实际应用	学生能够运用所学的物理知识与技能来解释物理现象、分析物理规律和解决实际问题。
	实验操作	学生具备基本的物理实验操作技能,会用常见的实验仪器测量基础物理量,具有安全意识,知道记录和处理数据的方法,会用图表等描述实验结果、撰写实验报告,能准确表述、评估和反思实验过程与结果。
	合作交流	学生具有合作交流的能力,能够积极地参与同辈合作的学习活动,并获得积极的情绪情感体验,在解决物理问题的过程中促进社会情感技能的发展。
	科学方法	学生通过物理学科的学习,能够了解中学阶段物理学研究物质的结构、相互作用及其运动规律的具体方法,并掌握这些科学方法,将其应用于物理学科和跨学科的学习中。
	认知思维	学生通过物理学科的学习,能够理解物理学认识世界的思维方式,并能够将这种思维方式科学合理地运用于物理问题和跨学科问题的解决过程中。
认 识 论	价值观念	学生通过物理学科的学习,能够理解物理学认识世界的思维方式,并能够运用理性思维科学地判断和明辨是非,做出科学合理的抉择,形成科学的世界观、人生观和价值观。
	情感态度	学生在物理学习过程中能够体验积极乐观的学习情感,养成一定的物理学习兴趣、乐于探究的学习精神和负责任的学习态度,进一步形成实事求是的科学态度和积极的人生态度。
	人格品质	学生在物理学习过程中能够逐步形成对物理学相对稳定的兴趣爱好,具备良好的学习习惯,同时促进个性心理品质的发展及性格的完善,逐步成长为全面发展的人。
	学科本质	学生在物理学习过程中能够了解物理学科的知识和方法是如何发展的,知道物理学是什么,还可以跨学科地理解物理学存在的意义与价值,知道物理学如何影响与改变技术、自然、环境和社会。
创造性思维		学生能够独立思考和质疑物理问题,具有创造意识和创新精神,能够创造性地发现和尝试解决物理问题。

### (三) 研究过程

本研究采用了质性文本分析法展开了两个阶段的研究,一是通过百年中学物理课程发展史透视学科能力变革,二是百年中学物理课程标准目标文本中学科能力的演进研究。课程标准一般包括课程目标、课程内容和课程实施与评价建议,某时期课程标准中的高频共现词可以体现所处阶段的课程发展特征和趋势,对解读课程标准的学科能力要求具有重要价值。第一阶段首先借助 Nvivo 11 软件研究共现词的分布特点来探索百年中学物理课程不同发展阶段的特征;再利用自然语言处理系统(Natural Language Processing to Information Retrieval,简称 NLPPIR)进行特征词汇的权重分析,该工具能根据课标文本的特征,比如词频、词性、词长、位置、网络高频词等对其不同重要程度进行计算机自动加权的信息熵处理。具体做法是将 31 份物理课标分为初中和高中两个部分,每一部分作为一个整体用 NLPPIR 软件进行关键词权重统计,经过清洗、剔除虚词、语气词等无实际意义的关键词后,分别得到权重前 30 的特征词。随后对每版课标进行关键词权重统计,依次将提取出的 30 个关键词置于对应的初高中各版本课标,查询其位置与权重,并结合分散度等指标,最终得到初高中各 10 个高权重关键特征词,以标志百年课标的内在演进与变革特征。

第二阶段的研究基于中学物理课程百年研究的阶段特征进一步展开,并以此为核心形成了环状的研究过程,从阅读和诠释课程标准文本、建立类目、编码文本片段、分析到结果呈现,以上研究环节均与研究问题相互作用。质性文本分析的第一步是阐释性/诠释性的。本研究首先详细阅读 31 份物理课程标准文本,尤其是课程目标部分,做好备忘录;其次在建立类目环节关注实物类目、主题类目、评估类目、形式类目和分析/理论类目在课程标准目标文本中的呈现规则,筛选并分类归位;然后采用推论和归纳相结合的方法建立类目系统(推论方法即利用我国中学物理学科能力的分类标准这一分类框架来进行目标文本的类目归位,归纳方法即详细通读课程标准文本的学科能力达成内容反馈概念框架),并辅之以实例详细地描述类目和子类目,通过统计各维度学科能力在目标文本中的频次,进而分析其权重。本研究由三位作者进行协议编码,依次经历主题分析、评估分析和建构分析过程。传统内容分析往往通过计算信度系数得到编码者间信度或评分者间信度。<sup>[23]</sup>质性文本分析则使用程序法,通过团队讨论来解决一切有问题或有冲突的编码来最小化编码差异,达到编码者内部的一致性,因此,本研究已达到协议编码的一致性要求。

## 二、中学物理学科能力的百年建构

理科课程与国家的社会经济和科技发展密切相关,百年中学物理课程标准可以分为四个发展阶段,即清末民初至新中国成立前(1902—1948年),新中国成立初期至改革开放初期(1949—1987年),改革开放十年至 20 世纪末

(1988—2000年) 新课程改革至今(2001年至今)。本研究的第一阶段结合高频关键词共现和特征词语的权重分析阐明我国中学物理课程百年发展史的四个阶段,透视学科能力的变革特征。课程标准的目标文本体现了制定者对课程政策的价值取向和学科课程对学生培养目标的具体要求<sup>[24]</sup>,第二阶段通过分析百年中学物理课程目标对学科能力的要求,结合物理课程史的发展阶段和学科能力框架,进一步阐释我国中学物理学科能力的百年建构。

### (一) 百年课程发展史彰显物理学科能力的变革

第一阶段物理课程的引入带来科学启蒙,颁布了15份课程标准,1923年的《初级中学自然课程纲要》首次明确规定了物理教学内容<sup>[25]</sup>。此阶段是以教材为本教授学生物理现象和定律的基础阶段。前10位高权重特征词是学生、实验、教材、科学、物理、现象、运动、暂行课程、定律和电流。物理作为西方科学的舶来品,国人最初十分重视现象和定律的外在表现,学生以教材为本开展物理实验、定律原理等基础内容的学习,突出以实验为基础的学科特点,重视物理现象背后的实验定律。第二阶段基本知识和实验能力促进课程建设,颁布了6份课程标准,经历了新中国成立初期的百废待兴、文革十年的文化萧

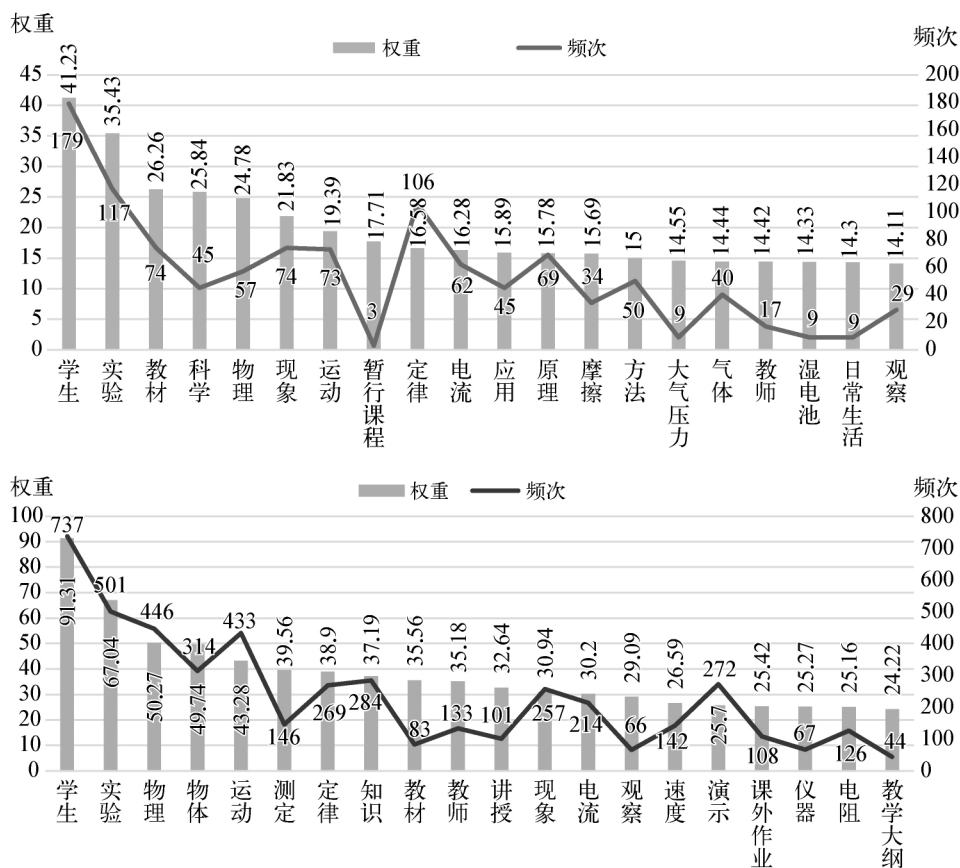
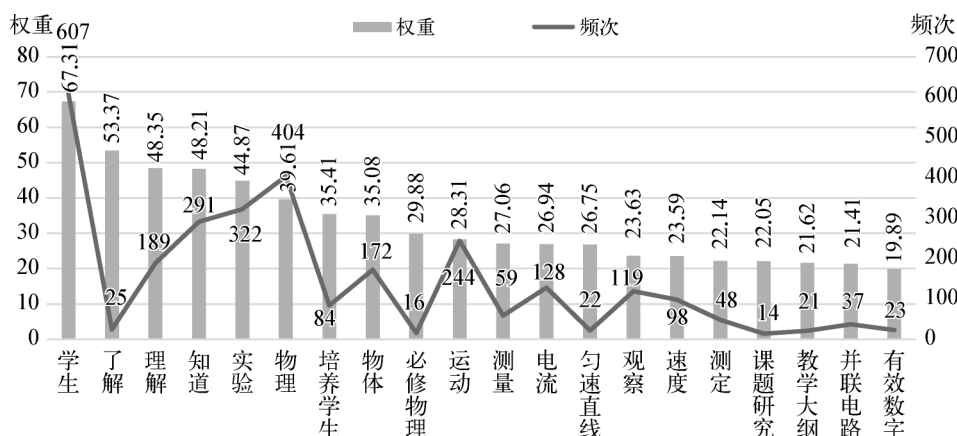


图1 我国中学物理课程标准高权重特征词和词频共现(上为第一阶段,下为第二阶段)

条与改革开放的教育春风。此阶段是以物理知识为本、重视实验操作技能和物理概念与规律的能力培养阶段,其前 10 位高权重特征词是学生、实验、物理、物体、运动、测定、定律、知识、教材和教师。物理从科学中独立后进一步发展,注重知识理解和掌握,前 20 位特征词新增测定、知识、讲授、演示、课外作业和仪器等,教师的权重和频次明显提升,教学方法以讲授和演示为主,重视学习巩固,对物理教师的教学要求更加丰富和具体。

第三阶段强调认知能力和实际应用为国家建设持续发力,颁布了 6 份课程标准。改革开放后,基础教育逐步复苏,注重学生掌握科技的能力。此阶段是以学生的物理认知能力培养为本、重视实际应用的发展阶段。前 10 位高权重特征词是学生、了解、理解、知道、实验、物理、培养学生、物体、必修物理和运动。此阶段规定初中生要学习初步的物理知识,接受实验观察的初步训练。1990 年,《现行普通高中教学计划的调整意见》将高中物理课程分为必修和选修两部分,规定使高中生接受物理实验方法的训练,培养科学态度,学习全面的物理知识,投身祖国建设事业,为国家培养创新型人才。前 20 位特征词新增了解、理解、知道、培养学生、必修物理、测量、课题研究等,体现了对学生主体性的关怀,指出物理学习不同认知水平,明晰课程性质,同时显示出对教师教学研究的重视。第四阶段以科学探究和核心素养促进学生学科能力的均衡发展,颁布了 4 份课程标准。20 世纪末 21 世纪初进行了第八次基础教育课程改革,2017 版高中课标的颁布标志着物理课程进入素养时代。此阶段是以学生探究能力培养为本,重视物理实验、课程开发和学生评价的素养阶段。前 10 位高权重特征词依次是学生、实验、探究、课程、物理、评价、观察、高中物理、教师和引导学生。前 20 位特征词新增探究、课程、评价、引导学生、技术、解释、学业质量、科学思维、课程资源、核心素养和物理模型等,强调科学探究、课程评价和学业质量水平,并且科学思维、物理模型、技术应用也得到重视,这些都是核心素养对物理学科能力的新要求。同时,此阶段还注重教师引导和课程资源开发。





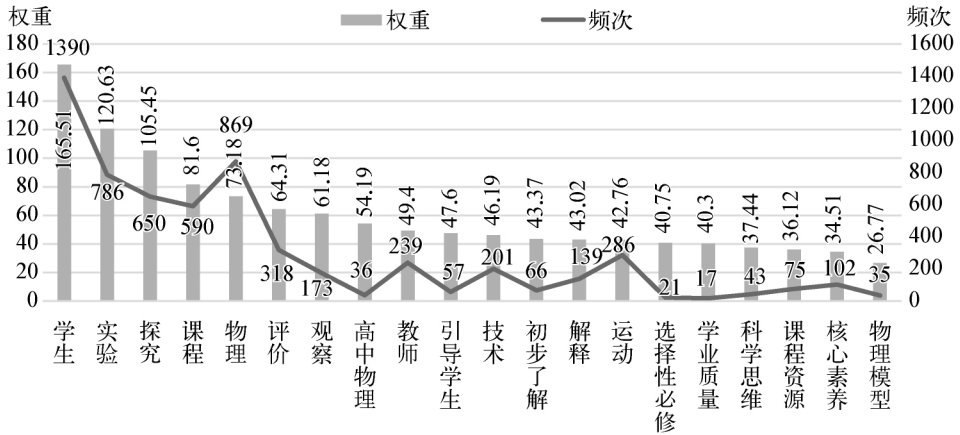
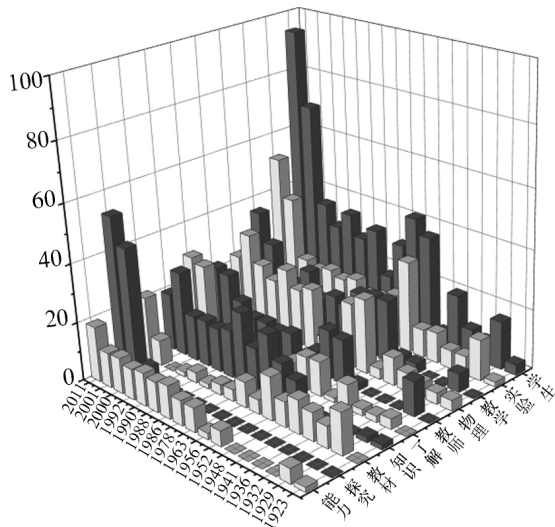


图2 我国中学物理课程标准高权重特征词和词频共现(上为第三阶段,下为第四阶段)

综上所述,百年来我国中学物理课程的发展经历了从单一的基础知识到多元的高阶能力、从“双基”训练到思维养成的变革过程,渗透了中学物理学科能力从被动教到主动学的发展进程。从中学物理课标分学段高权重特征词的年代演变规律来看(见图3),学生的权重变化最为明显,其主体地位进一步确定和深化,1952版出现权重的首次大幅增高,1986版明确提出学生是学习的主体。由于第八次课程改革“关注学生不同特点和个性差异,发展每一个学生的优势潜能”<sup>[26]</sup>,学生的权重在21世纪发生两次剧增。实验和物理的权重变化趋势与学生相对接近,教学、知识和教师的权重总体呈上升趋势,前十位高权重特征词中,初中特有的是了解、教材、探究和能力,表明初中对于物理知识和技能的要求水平相对较低,以及对教材、科学探究和能力培养的关注。高中特有的是研究、课程、分析和问题,强调较高水平的物理知识和技能的掌握,侧重物理课程的科学问题和科学研究。初高中物理课程的变化趋势有一定联系,但是



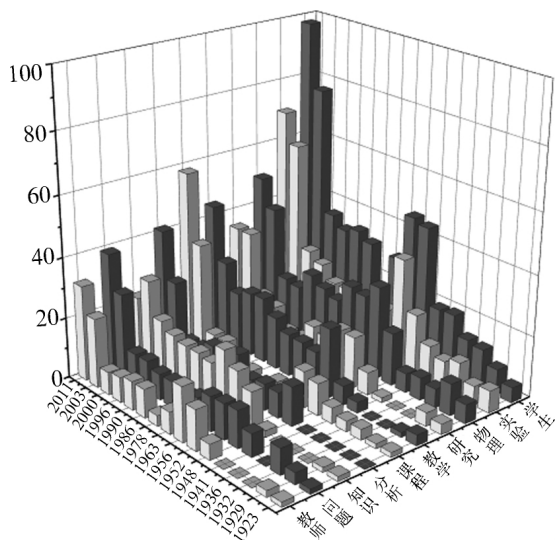


图3 我国中学物理课程标准的百年发展史: 高权重关键特征词的透视(上为初中,下为高中)

高中更强化学科性和问题研究、对物理知识和技能的深层次理解。因此,对百年中学物理课程学科能力的建构研究应该关注初高中的差异。

### (二) 基本能力和综合能力始终处于首要地位

基本能力和综合能力的要求在目标文本中始终处于首要位置,1923 版初中课标第一条目标为“使知自然界的现象及其相互关系,以培养基本的科学知识”,1952 版初中课标第一条目标为“了解自然界和日常生活中的普通物理现象及其简单的相互关系,以获得有系统的知识”。2001、2011 版初中课标和 2003 版高中课标第一维度目标均为知识与技能,2017 版亦如此。从目标文本对学科能力各维度要求占比看(见图 4 和图 5),基本能力、认识论、问题解决能力和综合能力始终受到重视,创造性思维却很少被关注。初中物理课标中的

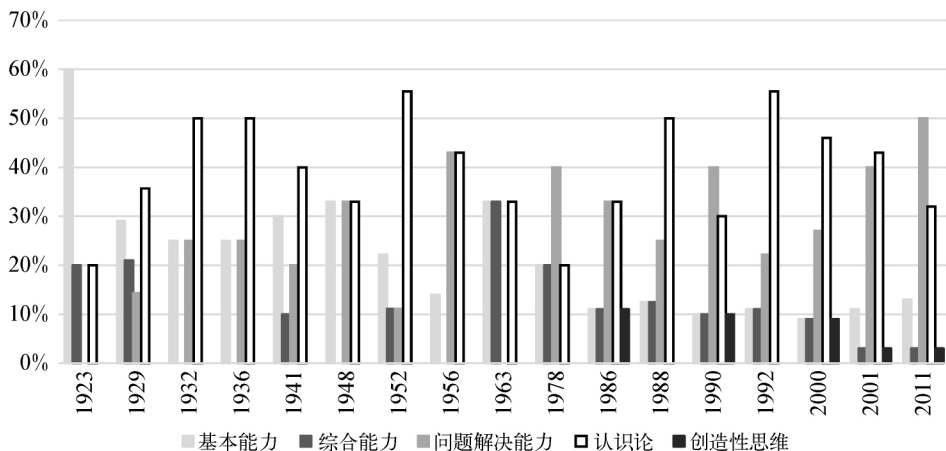


图4 百年中学物理学科能力在初中课程标准目标文本中的演进

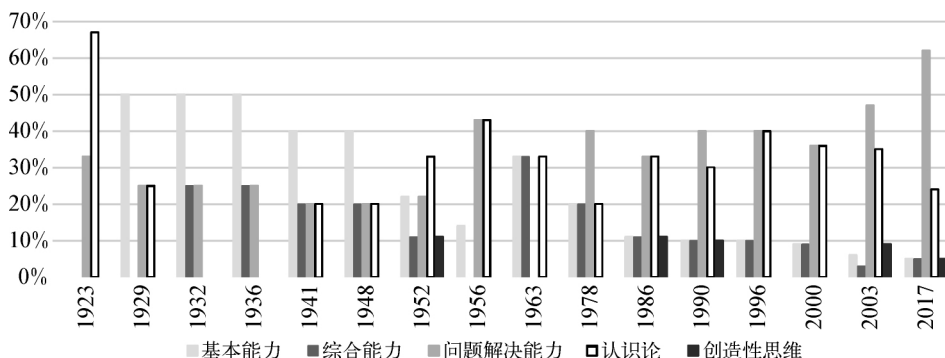


图5 百年中学物理学科能力在高中课程标准目标文本中的演进

认识论占比始终在 20% 以上, 并且呈现此起彼伏的趋势, 基本能力处于 9% 以上, 从早期的一枝独秀到逐渐降温至稳步发展; 综合能力呈现稳定的正态分布, 经历了起伏到稳定的过程; 问题解决能力整体逐渐加强。高中物理课标中的认识论占比始终维持在 20% 以上, 发展趋势与初中一致; 基本能力呈现先扬后抑的规律, 与问题解决能力正好形成对照, 综合能力则较为稳定, 创造性思维关注较少。整体上看, 高中课程更强调问题解决能力和综合能力, 初中课程更强调基本能力和认识论, 创造性思维在中学阶段要求普遍较少。我国中学物理课程的百年发展经历了从基本能力和认识论为主体到以问题解决能力为核心、认识论为抓手的学科能力平衡发展阶段。

### (三) 问题解决能力日益凸显多元与协作

问题解决能力百年来整体呈现上升和多元的变化趋势。问题解决能力包括实验操作、合作交流、科学方法、认知思维 and 实际应用五个子维度, 仅有 1923 版(初中)和 1963 版的课程标准无明确要求。初中物理课程对问题解决能力的要求在初期以生产生活中的实际应用为主, 中期以科学方法和认知思维为主, 陆续补充物理原理和跨学科的应用, 后期形成以科学探究为导向的问题解决子能力的平衡发展(见图 6 和图 7)。物理学是一门以实验为基础的自然科学, 问题解决多在实验情境中开展, 因此实验操作在问题解决能力中的变化特

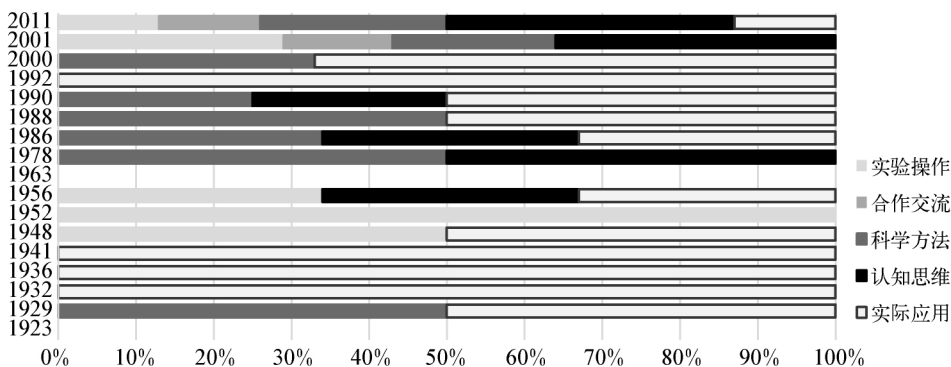


图6 初中物理课程标准目标文本中问题解决维度二级能力要求的百年演变

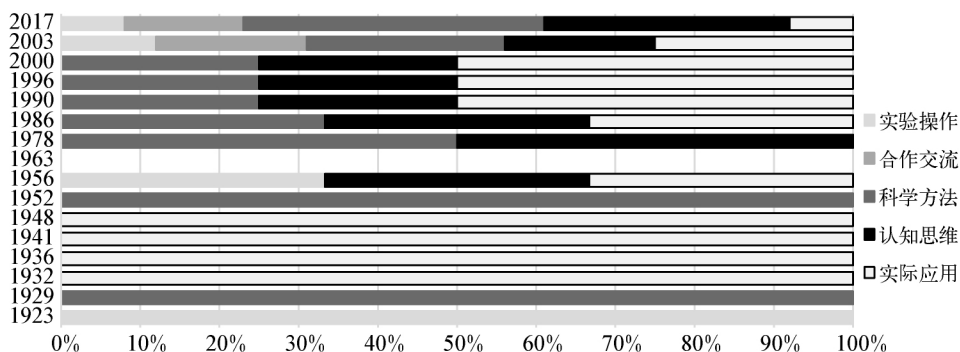


图7 高中物理课程标准目标文本中问题解决维度二级能力要求的百年演变

征较为突出。1923 版高中课标首次指出“实验时当注意器具之使用,观察之精粗,养成学生有精密之观察力”。1948 版初中课标首次要求初中实验操作能力,表述为“训练利用官能器械,观察实验”,高中课标包括实验原理、数据、仪器和结果处理等方面,首次提及实验报告。1952 年提及实验仪器构造原理,1956 年还提出实验记录和报告的要求。1957 年开始,苏联专家物理教学思想的引入对我国的物理课程产生了巨大影响,极为重视课堂知识传授和劳动教育,改革开放以后又强调教学效率和学术性课程,导致实验课时减少,此后近半个世纪的物理课标没有明确出现过实验操作能力。这种情况至 21 世纪初才得以改变,2001 版和 2011 版初中物理课标对实验操作的要求占比为 29% 和 13%,对学生在实验中提出问题、制定计划、收集和处理数据、撰写实验报告等方面均有要求。<sup>[27]</sup>2001 版首次出现学生合作交流能力,2011 版更加综合,同时重视科学探究,还提出实验的安全意识。

科学方法、实际应用和认知思维的发展体现了从单一到多元的系统性思想。首先,科学方法最早出现在 1929 年,初中课标提及“使知自然界的简单法则及科学方法之利用”,高中课标提及“使学生练习演绎归纳观察试验的方法,应用于研究一切学问”。此后仅有 1952 版高中课标提到理论与实际相结合,1978 年要求培养学生运用数学解决物理问题能力。第八次课程改革后,科学方法的要求更加规范和丰富,提出“通过科学探究活动,初步认识科学研究方法的重要”,“通过物理概念和规律的学习过程,了解物理学研究方法,认识物理实验、物理模型和数学工具在物理学发展过程中的作用”。其次,实际应用方面,1929 版和 1932 版初中课标分别对自然现象和日常生活的技能提出要求,1932 版高中课标则要求使学生明了物理原理以解决日常问题和生活现象。此后初中持续关注从自然现象到日常生活的技能应用,高中则重视物理原理的应用。直到 1986 年要求分析和解决实际问题的能力,兼顾了认知思维的作用。2003 版高中课标扩展到物理学与其他学科的联系,知道物理学相关的应用领域。<sup>[28]</sup>2017 版重视从物理观念到自然现象与实际问题解决的系统性能力。<sup>[29]</sup>最后,认知思维方面,1978 年首次提出发展学生的科学思维,此后均简单概括为思维能力的培养,直至 2001 年和 2011 年才明确和丰

富其内涵,重视培养科学意识,如运用研究方法的意识、可持续发展意识等。

#### (四) 认识论由外而内地走向平衡与多元

认识论包括情感态度、人格品质、学科本质和价值观念四个子维度,整体呈现由重视学生和学科的外在认识到内在体验和学科本质,趋向多元平衡的和谐发展。纵观认识论的百年发展,情感态度和价值观念的培养始终处于重要地位。人格品质重在习惯养成,在初期与情感态度并行重视,情感态度重在学习兴趣和态度。学科本质除了体现学科内部发展,陆续关注物理与其他学科、自然环境、人类生活和社会发展的关系。价值观念从辩证唯物主义、爱国主义,扩展了社会责任感、可持续发展和全球观念。认识论的发展可以分为三个阶段:第一阶段,新中国成立前以情感态度和人格品质为主导的基础期,侧重培养学生学习兴趣和善于观察的习惯;第二阶段,新中国成立后到改革开放前价值观念的塑造期,侧重“辩证唯物的观点”和“爱国主义观念”的教育;第三阶段,改革开放后以情感态度培养为基础,同时兼顾学科与学生内在本质的平衡多元期。从1992年开始,目标文本对认识论的要求变得详尽,同时强调学生的内在感受和外在表现。例如,人格品质在这一阶段从“良好的观察习惯”到“研究精神”,再到“学习习惯”和“思维习惯”;学科本质除了1929版高中课标有所强化外,至1988版初中课标里才出现“了解物理知识对提高人民生活、促进科学技术的发展以及在社会主义建设中的重要作用”,此后始终聚焦于物理学与技术进步、社会发展的关系,新课改后增加了对物理学科本身及其相关学科联系,同样体现了由学科外在价值转向内在涵义的演变过程。

除个别年份出现断裂,情感态度贯穿百年,其发展特征值得进一步分析。我国物理课程标准早期对认识论的要求侧重情感态度中朴素的学习兴趣,1923年和1929年均提及培养学生研究科学的兴趣,1932版初中课标提及对自然现象加以思索的兴趣,直到1952年上升为“培养学生观察和研究问题的正确、科学的态度和方法”,1986—1992年间都提到重视科学态度的教育,1996版和2000版高中课标则提到“培养学生学习科学的志趣”。得益于21世纪初新课改三维目标之一的情感、态度与价值观,2001版初中课标对该维度的要求

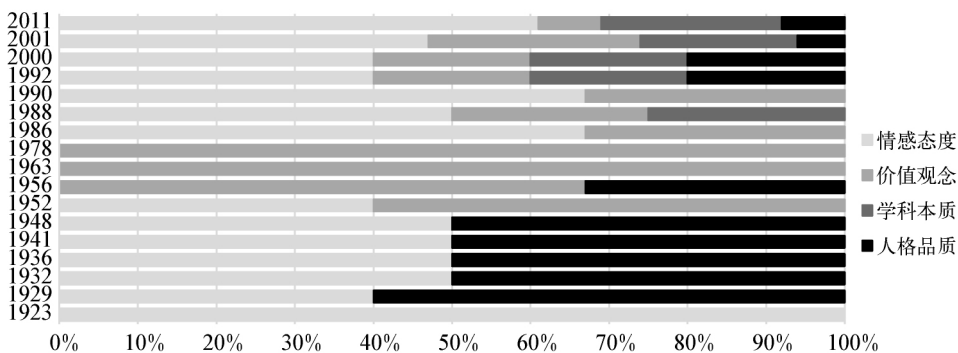


图8 初中物理课程标准目标文本中认识论要求的百年演变

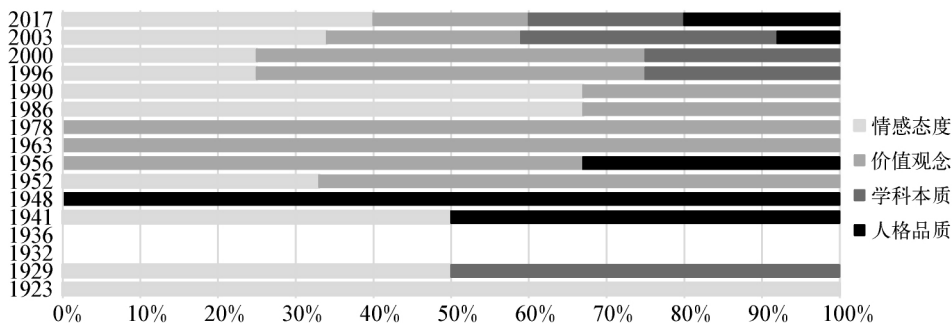


图9 高中物理课程标准目标文本中认识论要求的百年演变

明显丰富与多元,从自然界的好奇心、认识自然的满足和兴奋感、与大自然和谐相处,到科学求知欲与抗逆力,充分体现了认识论能力由外而内地深度体验。另外,相比于高中,初中对认识论的要求没有出现断裂期,情感态度和人格品质的要求在新中国成立前始终占据主体,初高中物理课程认识论发展的总趋势基本一致,仅在具体维度上存在差异。例如,在学科本质方面,高中更重视物理学科的内在本质及其与其他学科的关系。

### 三、百年中学物理学科能力建构的审思

百年中学物理学科能力建构的发展史依次经历了初创、兴建、发展和深化四个阶段,通过对目标文本的深度解构,本研究系统地厘清了一个世纪以来物理学科能力的发展脉络和特征,后续对于物理学科能力百年嬗变的审思有助于物理课程改革向纵深推进和进一步扎根于课堂教学。

#### (一) 物理学科能力从单一分离到多元融合

从百年物理课程四个阶段的发展史和学科能力的百年建构来看,课程目标的表述形式、具体内容和价值取向发生了质的突破,其内涵和外延不断丰富与更新,物理学科能力经历了单一到多元、静态分离到动态融合的过程。在初创和兴建阶段,物理课程将基本能力和认识论作为学生培养的首要目标;在发展阶段,认识论与问题解决能力得到凸显;在深化阶段,学科能力趋向多元分层与动态融合。首先,物理学科能力从单一走向多元。1923版初中课标中基本能力要求占据主要地位,1929版中认识论要求提高,并出现问题解决能力的要求,新中国成立后对基本能力、认识论和问题解决能力的要求并重,改革开放后增加了创新能力和非智力因素,新课改后还新增了创造性思维。历年新增的学科能力维度,有不少被此后的培养目标所继承。其次,物理学科能力从相互分离走向彼此融合。早期基本能力的要求侧重学科知识的识记和掌握,1948年首次提出了解国家生存与物理知识的联系,体现基本能力也蕴含了认识论。1952年提出“培养从实际出发以观察物理现象而获得正确认识的能力”,此综合能力与认识论和问题解决的子能力相关;2003年的综合

能力提出“认识实验在物理学中的地位和作用,掌握物理实验的一些基本技能,会使用基本的实验仪器”,即为问题解决的实验操作子能力。最后,物理学能力从静态稳定走向动态发展。课程目标对学科能力的内涵要求逐步丰富,既有稳定的基本能力、综合能力和认识论培养的逻辑框架,也有与时俱进的问题解决能力和创造性思维的更新与突破。新中国成立以来,学生物理能力要求明显增多,质与量同步提升。如,基础知识由物理原理到力、热、电等具体内容,再到新材料及其应用、资源利用与环境保护,内涵更为丰富和动态,同时增强了对课程实施的指导性,体现了从分离地重视生活或社会到社会与生活融合的动态演变历程。

## (二) 学生主体性与学科实践性的发展并重

百年来中学物理课程始终在学生主体性与学科实践性的演进过程中保持并重发展。一方面,课标高权重特征词中学生、物理和实验均呈上升趋势,随着文本内容的丰富,学生个性发展和物理实验能力的内在逻辑结构逐步明确。从1923年首次提出实验器具使用和观察能力养成,1948年首次出现实验报告,1952年首次要求实验设备标准,规定实验室配置的器材参数,到新课改后明确规定初中物理20个必做实验和以科学探究开展实验活动,物理学科的实践性经历了从以实验为基石的重视结果到结果与过程并重的发展历程。另一方面,在物理实验能力不断得到重视的同时,学生主体性始终被关注并得以与其并行发展,学生的培养从知识传授为主转向社会情感等内在能力和品格的生成,突出物理实验的手脑并重对学生问题解决能力的养成和认识论、创造性思维的激发。物理课程的初创和兴建阶段,学生主体性在生产相关的实践中内隐地体现着,直到1986年版课标明确提出学生的主体地位和教师的主导作用,指出“学生的学习是在教师指导下的认识过程,这个认识过程的主体是学生。学生只有处于主动积极状态,才能真正理解所学物理知识并获得相应的能力”,此后的物理课标进一步辨析了以学生为主体和教师为主导的关系。新课改之后的课程目标对学生主体性的要求彰显了学生的全面发展和物理课程回归生活实践的立场。在以学生为主体的高阶创造性思维方面,1952年提出通过课外作业与活动增进学生工作技能以启发创造力,1986年和1990年鼓励独立思考 and 创造精神,2000年提出树立创新意识,2001年提出勇于怀疑、尊重事实和大胆想象,2003年强调坚持真理、勇于创新 and 实事求是,2017年最终推向国家发展的命脉——科技创新。

## (三) 物理学科能力反映了可持续发展观

中学物理课程目标在百年发展中既坚持和优化了原有学科能力的合理内涵,又不断更新和丰富着时代需求。教育促进可持续发展是联合国可持续发展的17项目标中最基本的目标,从某种意义上讲,能够培养具有可持续发展的价值观、态度和行为公民的教育,是实现所有可持续发展目标的关键。<sup>[30]</sup>根据黄忠敬等人编制的可持续发展教育目标框架<sup>[31]</sup>,1929版初中课标提出的引导学生“爱好自然的情感”和高中课标提出的“受自然科学的陶冶,能领悟精勤、诚实、

敏捷、组织等诸美德”都可以看作可持续发展教育的态度价值观维度在物理课程中的表现。可持续发展目标维度可以分为三个指标,即认知技能、批判和系统思维、态度、价值观和性格、行为和行动,主题维度分为经济、环境和社会可持续发展。这与我国百年中学物理学科能力的各维度存在很多相通之处,可持续发展教育从知到行渗透于物理学科能力的百年建构之中。1996版高中课标要求“培养学生分析和解决问题的能力”,即是可持续发展目标的行为和行动维度的体现。2000年后,可持续发展理念与物理课程进一步融合,课程目标新增了“初步认识资源利用与环境保护的关系”,出现了创新、新材料、资源利用、环境保护、能源利用与可持续发展等一系列新内容,要求学生加深对我国人口资源、环境的了解,进一步深化环境保护意识和可持续发展观念,2017版课标提出要引导学生认识科学·技术·社会·环境(Science, Technology, Society, Environment, 简称STSE)。物理课标从认知技能、批判和系统思维、态度、价值观和性格以及行为和行动三个方面,全面覆盖了可持续发展教育目标的实施,以培养学生的21世纪技能,实现个性化终身学习时代对学生可持续学习能力的要求。

#### (四) 不同历史时期物理课程的价值取向迥异

课程标准体现了国家层面的课程价值取向,表现出一定的时代特征,同时又随时代发展变化而不断地超越与进化,表现出价值的选择性特征。<sup>[32]</sup>百年来,我国中学物理课程目标的价值取向经历了从重共性的“双基”到共性与个性并重的素养养成、从重被动的讲授演示到重主动的合作探究、从重知识与效率到创新与可持续,不仅反映出国家经济发展和科技进步对基础物理教育的要求,也勾画了中国科学教育独特的发展脉络。基本能力和综合能力的演进更多地体现了物理课程的价值客体(学习领域)的内涵演变,问题解决能力、认识论和创造性思维则更多地体现了物理课程的价值主体(学生和教师、学校、国家和社会三个层面)的内涵演变,物理课程的价值辩护由知识客体(静态的物理学科知识)的价值论证,逐渐转向“什么经验最有价值?”,而经验包括了所经验的客体(对象)和主体(人、学校与社会)两个方面。百年来的中学物理课程非常重视学生社会我价值取向的品格养成,虽然在新中国成立前和1952年的课程目标涉及个体我的价值取向,但此后很长时期被排除在外,直到1986年才重新出现<sup>[33]</sup>。社会我的控制取向(辩证唯物主义、爱国主义、集体主义、国际主义等)为主导逐步过渡到与协商取向(全球意识、社会发展、人类和平、可持续发展等)并重,个体我的超越取向(质疑精神、科学志趣、创新意识、独立自主等)为主导逐步过渡到与适应取向(实事求是、合作交流、坚持真理、科学判断等)并重。社会我的协商取向于2017年明确提出了STSE的价值观念,重视科学技术在社会生产、生活环境和社会发展中的作用,强调四者的联系。但是该维度的价值取向也不是一蹴而就的,1932版高中课标出现“使学生略知物理学与其他自然科学及应用科学之关系”,首次提到物理学与科学的关系;1941年出现“使学生略知物理学与国防生产之关系”,提到了物理学



与社会的关系;1978年对基本能力的要求为“使学生比较系统地掌握进一步学习现代科学技术需要的物理基础知识”,出现了物理与技术的联系;2001年后新增“初步认识资源利用与环境保护的关系”,2017年则明确提出STSE教育理念。至此,STSE的价值路径才在百年物理课程的发展历程中完全建立起来,其折射的正是世界范围所面临的由科技所引发的环境问题,也是制约中国社会经济发展的重要因素。该价值取向在物理课程中的强化无疑有助于学生培养积极的全球素养和科学意识。

#### (五) 我国物理学科能力的研究展望

首先,物理课程目标需要循证地体现学科能力的不同层次和跨学科性。在物理课程的百年嬗变中,学科能力的动态发展趋势越来越明显。为此,我们应该基于已有经验传统进行循证研究,通过科学规范的实证研究发现物理教与学过程的特征及规律,支持物理课程标准的修订和实施。我国物理教育者在循证研究方面一直在努力,比如,郭玉英团队在物理学习进阶方面开展了系列研究,实证分析物理学科的多项核心概念和关键能力。其实,西方科学教育的循证研究往往先于或同步于课程改革,比如他们强调在早期开设以STEM课程为核心的合科科学教育,这是因为诸多循证研究表明学校的课程学习经历对学生STEM相关学科的学习兴趣有着很大影响。研究者对超过9000名小学生和家长历时五年的跟踪调查表明,学生对科学的学习期望和态度形成并固化于14岁之前<sup>[34]</sup>,而学生在此前体验的合科学习经历成为STEM专业选择和后期从业质量的主要预测因素<sup>[35]</sup>。因此,物理课程应该通过循证研究构建学科能力的层级水平和跨学科性,发现学科能力养成的教与学规律。

其次,物理课程目标应该关切静态知识、动态学科实践到情商养成的多元路径。社会和情感学习(Social and Emotional Learning,简称SEL)是西方教育学的重要研究领域,将学科能力提升和社会情感发展框架结合起来的学校课程群,能够增强学生与学校、课堂行为和学术成就之间的联系。<sup>[36]</sup>社会和情感技能不同于认知技能,它主要涉及人们如何管理自己的情感、感知自己和与他人交往。相比认知能力,社会情感能力具有更强的可塑性,它不仅是可教的,而且学校教育最为关键,会产生明显的效果。社会和情感学习的核心策略就是推动课程建设,包括显性课程与隐性课程。与数学和语言技能一样,学生的社会和情感能力也有其发展规律,显性课程就是开发独立的情商课程,形成连续的、遵循学生发展规律的课程体系;隐性课程就是将社会和情感能力融入认知能力发展的过程中,融入学科课程的教学,比如在物理课程中就可以融入情商教育。因此,物理课程目标应该将静态的学科知识、动态的学科实践与社会和情感学习有机整合,探索有效教育路径。

再次,在物理课程目标中显化可持续发展观,促进初高中物理学科能力的接续贯通。2005年,联合国教科文组织正式颁布了《可持续发展教育十年国际实施计划》,其总体目标是把可持续发展的原则、价值观、实践策略贯穿到学习的各个方面,以改变行动方式,创造出以环境保全、经济可行性以及社会公平

为基础的更加可持续发展的未来。物理课程以对学科能力内隐或外显的概况来回应可持续发展教育,1929年提出以初中为基础段、高中为发展段达成彼此衔接;1952年提出高中物理教材应与初中互相联贯,避免重复,注意螺旋式进展;1986年提出初中应该关注实际应用、物理学习兴趣和习惯,高中侧重抽象思维和推理论证,以及科学态度和科学方法教育。2000年后,物理课标要求逐步形成科学的世界观,初中重体验和初步探究,高中重学习质量和深层探究,知识深度和广度都需要随学段而持续推进。如2017版高中课标提出在义务教育基础上,引领学生认识科学本质及STSE的关系,建构自然界的物理图景,形成科学态度、科学世界观和正确的价值观,为做有社会责任的公民奠定基础。由此可见,可持续发展的教育目标在早期的中学物理课程中是以内隐的方式来体现的,随后其逐步从内隐和外显并行发展到外显为主,而且初高中物理课标也在内容和形式上关涉学段过渡中的可持续发展观,但实际还是概括的要求,教师并不清楚应该如何运用于课堂教学。物理课程应该进一步实现可持续发展教育目标的具体化,推动其在课程实施中的落地。

最后,优化物理课程目标中人的价值观。课程目标实际从不同学科的视角体现了“人是什么”的深层哲学思考,物理课程目标其实也在百年发展中回答这一与时俱进的问题。学科课程应该优化培养目标的表述方式,使其反映更真实、更先进的人学理念,突出人的内生性、过程性和关系性,从知识的传授转向人的内在能力和品格生成,体现人的学习和发展进程中的规律性。<sup>[37]</sup>纵观物理学科能力的百年建构,物理课程目标的变革过程其实关涉人的价值观的三维,在人的内生性、过程性和关系性方面有着与时俱进的发展。在内生性方面倚重基础知识和技能生成静态、动态及二者结合的五类物理学科能力,从学生的自主性、能动性、实践体验的角度描述了学生在物理课程学习中的“双基”与情感和品格的养成,课程目标有必要关切不同种类的学科能力以及同种能力的不同子维度的成长逻辑。至于人的过程性,在物理课程目标中也需要进一步对结果性和过程性表述进行循证分析,使之更符合学生之认知、行为和情感发展的历程。而人的关系性,也应倚重价值观念的主体、客体和二者关系,重新审视物理课程目标中人的关系性的阐述,深化物理课程的内涵和功能。

---

#### 参考文献:

- [1] 王磊. 学科能力构成及其表现研究——基于学习理解、应用实践与迁移创新导向的多维整合模型[J]. 教育研究, 2016(9): 83-92.
- [2] 林崇德. 论学科能力的建构[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 1997(1): 5-12.
- [3] [21] 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(4): 57-63.
- [4] OECD. PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education [R]. Paris: OECD Publishing, 2016.
- [5] NAGB. Technology and Engineering Literacy Framework for the 2014 National Assessment of Educational Progress [EB/OL]. <https://www.nagb.org/content/nagb/assets/documents/publications/frameworks/>

- technology /2014-technology-framework.pdf ,2018-11-1.
- [ 6 ] Unlu , P. A. Measurement of Progress of Gifted Students' Physics Abilities [J]. Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi ( Hacettepe University Journal of Education ) ,2009( 36) : 294-305.
- [ 7 ] Robert , H. S. Fresnel and the Emergence of Physics as a Discipline [J]. Historical Studies in the Physical Science ,1974( 4) : 137-162.
- [ 8 ] Iwan , R. M. When Physics Became King [M]. Chicago ,IL: The University of Chicago Press ,2005.
- [ 9 ] 王广超. 聚焦历史上的物理学教科书: 问题与方法[J]. 自然辩证法通讯 ,2019( 1) : 69-74.
- [10][22] 王晶莹 杨伊 夏惠贤. 我国中学物理教学研究 70 年: 回顾与展望[J]. 课程·教材·教法 ,2019( 7) : 54-60.
- [11] 杨伊 夏惠贤 王晶莹. 新中国成立 70 年我国中学物理教学思想流变研究[J]. 中国教育学刊 ,2019( 7) : 24-28.
- [12] 姜溥仁. 物理教学与能力培养[J]. 江西教育 ,1980( 1) : 25-26.
- [13] 彭邦彦. 物理教学中如何培养学生创造性思维能力[J]. 娄底师专学报 ,1988( 7) : 68-70.
- [14] 阮阿英. 初中物理教学中学生的创造性思维能力的培养[J]. 物理教学 ,1988( 12) : 10-12.
- [15] 郭玉英 阎金铎. 物理思维能力的因子分析模型及主因素研究[J]. 北京师范大学学报( 自然科学版) ,1988( 8) : 107-111.
- [16] 段金梅 武建时. 物理教学心理学[M]. 北京: 北京师范大学出版社 ,1988.
- [17] 苏睿 李来政. 中学物理教学中学生能力结构的因素分析与能力培养研究[J]. 教育研究与实验 ,1992( 2) : 33-39.
- [18] 续佩君. 物理能力测量研究[M]. 南宁: 广西人民教育出版社 ,1996.
- [19] 邢红军 陈清梅. 论“智力—技能—认知结构”能力理论[J]. 首都师范大学学报( 自然科学版) ,2005( 9) : 41-47.
- [20] 李春密. 物理实验操作能力的结构模型初探[J]. 教育学报 ,2002( 6) : 39-42.
- [23] Kuckartz , U. Qualitative Text Analysis: A Guide to Methods ,Practice and Using Software [M]. London: SAGE Publications Ltd. ,2014.
- [24] 杨博谛 赵天绪 刘焱. 论中学数学课程政策的价值取向演变及发展趋势——基于对教学目的( 课程目标) 的分析[J]. 数学教育学报 ,2018( 3) : 81-84.
- [25] 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.
- [26] 中华人民共和国教育部. 全日制义务教育物理课程标准( 2001 年版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社 ,2001.
- [27] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准( 2011 年版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社 ,2011.
- [28] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准( 实验版) [M]. 北京: 人民教育出版社 ,2003.
- [29] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准( 2017 年版) [M]. 北京: 人民教育出版社 ,2017.
- [30] Hallinger , P. & Chatpinyakoo , C. A. Bibliometric Review of Research on Higher Education for Sustainable Development [J]. Sustainability ,2019( 8) : 1998-2018.
- [31] 黄忠敬 吴洁 唐立宁. 中国离 2030 年可持续发展教育目标还有多远——基于义务教育课程标准的分析[J]. 教育研究 ,2019( 2) : 140-148.
- [32] 李广 马云鹏. 课程价值取向: 含义、特征及其文化解析[J]. 东北师范大学学报( 哲学社会科学版) ,2010( 5) : 167-171.
- [33] 薛永红 王晶莹. 文化取向的物理课程概念建构[J]. 教学与管理 ,2013( 4) : 92-94.
- [34] Archer , L. , DeWitt , J. , Osborne , J. , Dillon , J. , Willis , B. & Wong , B. Science Aspirations , Capital , and Family Habitus: How Families Shape Children's Engagement and Identification with Science [J]. American Educational Research Journal ,2012( 5) : 881-908.
- [35] Archer , L. , DeWitt , J. & Wong , B. Spheres of Influence: What Shapes Young People's Aspirations at Age

- 12/13 and What are the Implications for Education policy? [J]. *Journal of Education Policy*, 2014( 29) : 58-85.
- [36] Guerra, N. G. & Bradshaw, C. P. Linking the Prevention of Problem Behaviors and Positive Youth Development: Core Competencies for Positive Youth Development and Risk Prevention [J]. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2008( 122) : 1-17.
- [37] 龙安邦 余文森.我国基础教育课程改革与发展 70 年[J].*课程·教材·教法* 2019( 2) : 1-18.

## Centennial Construction of Chinese Middle School Physics Ability

WANG Jingying ,SONG Qianru & GAO Shoubao

( Faculty of Education , Beijing Normal University , Beijing , 100875 , China; School of  
Physics and Electronics , Shandong Normal University , Jinan , 250358 , China)

**Abstract:** To construct the ability of middle school physics in the one hundred years, this paper analyzed 31 curriculum standards in two stages. In the first stage, high-frequency word co-occurrence and feature words weight analysis were carried out for 31 curriculum standards. The analysis illustrates the three-dimensional weight measurement of learning segments, the internal evolution, and disciplinary ability changing characteristics of the four development stages of the century-old physics curriculum. With qualitative inquiry of topics analysis, evaluation analysis, and construction separation, the second stage focused on the construction of the centennial physics ability from five dimensions: basic ability, comprehensive ability, problem-solving, epistemology, and creative thinking. The history of curriculum development in the past century showed that the changing of physics ability; basic and comprehensive abilities are always in the first place; problem-solving ability increasingly highlights diversity and cooperation; epistemological ability moves from the outside to the inside, finally to balance and diversity. Considering four characteristics of physics ability from single separation to multiple integration, the development of students' subjectivity and discipline practicality, the embodiment of sustainable development concept, and the diversified value orientations in different historical periods, this paper proposed five suggestions for physics curriculum standard. Firstly, it should reflect different levels and interdisciplinary nature of subject ability on the basis of evidence; secondly, it should pay attention to multiple paths from static knowledge, dynamic subject practice to EQ cultivation; thirdly, it should manifest the concept of sustainable development; fourthly, it should promote the continuity of physics ability in junior and senior high schools; lastly, it should optimize the human values.

**Keywords:** middle school physics; physics ability; curriculum standards; curriculum objectives; text analysis

( 责任校对: 田张珊)