

21 世纪以来义务教育科学课程标准的演变

——基于关键词的统计分析

钟 昕 迟少辉 王祖浩*

(华东师范大学化学与分子工程学院 上海, 201100)

摘 要: 本文通过开展关键词词频统计和社会网络分析, 系统分析了 21 世纪以来我国义务教育科学课程标准 (包含综合科学和分科科学) 在课程目标、课程内容和课程实施的评价建议部分的演变特征。研究发现: 课程目标呈现从三维目标向核心素养的升级, 课程内容实现由单一学科向跨学科整合的变革, 课程实施的评价建议体现从日常学习评价到素养增值评价的转型。基于研究提出三大建议: 一是明确课程目标中发展核心素养的有效路径和目标进阶, 二是优选行为动词以促进跨学科主题与课程内容的深度融合, 三是建构多元课程评价体系以促进学生核心素养目标的落实, 旨在为科学教育工作者理解课程标准变革内涵、优化教学实践提供理论参照和实施指引。

关键词: 义务教育; 科学课程标准; 关键词分析; 社会网络分析; 比较研究

科学教育是提升国民素质、培养创新人才的重要基础, 更是推动技术进步以建设教育强国和科技强国的关键力量。中共中央国务院印发的《教育强国建设规划纲要 (2024—2035 年)》明确指出要“办强办优基础教育, 夯实全面提升国民素质战略基点”, 并强调“加强科学教育, 强化核心素养培育”。^① 这深刻揭示了科学教育在国家建设和人才培养中所承担的重要使命。科学课程标准作为科学教育和教师教学的指导性文件, 系统规定了科学教育的目标、内容等, 其演进规律对提高我国中小学科学教育质量具有决定性的作用。

为厘清我国 21 世纪以来科学课程标准的演变和发展逻辑, 本研究以 2001 年《全日制义务教育小学科学 (3—6 年级) 课程标准 (实验稿)》为起点, 贯通小学科学、初中科学与分科 (物

* 王祖浩, wangzuhao@126.com。

① 新华社, 中共中央、国务院印发《教育强国建设规划纲要 (2024—2035 年)》[N]. 人民日报, 2025-01-20 (1).

理、化学、生物)课程标准的迭代进程,对三个阶段科学课程目标、课程内容和课程实施的评价建议部分进行具体分析,纵向比较我国 22 年来科学课程标准的发展进程,旨在为新时代科学教育的教学实施和课程改革提供参考。

一、研究设计

(一) 研究对象

研究对象为我国教育部自 2001 年起至今颁布的义务教育阶段综合科学和分科科学的 14 本课程标准。

依据颁布时间和教育背景,将其划分为三个时期进行纵向比较研究:(1)初步探索时期(2001),包含 2001 年义务教育小学科学、初中科学、化学、生物、物理课程标准(实验稿),共 5 本课程标准;(2)快速发展时期(2011, 2017),包含 2011 年的义务教育科学、化学、生物、物理课程标准和 2017 义务教育小学科学课程标准,共 5 本课程标准;(3)系统创新时期(2022),包含 2022 年的义务阶段科学、化学、生物、物理课程标准,共 4 本课程标准。

(二) 研究方法

研究主要运用词频统计法和社会网络分析法。单纯对关键词和关键词做独立的词频分析,无法深入探究其彼此和相互间存在的关联变化。社会网络分析是社会学领域的一种分析社会结构的研究方法,在教育领域也具备独特的应用价值。它从关键词的社会关系出发,以系统性视角把握教育要素的关系活动,能够更深入地把握教育活动的内在机理^①。

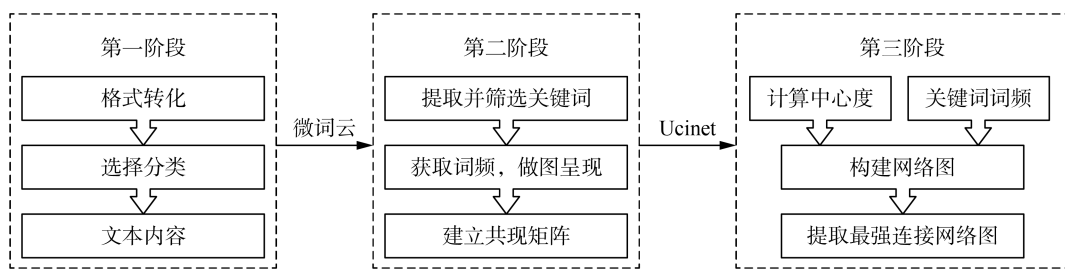


图 1 研究流程

图 1 为研究流程,具体研究过程如下:(1)第一阶段:将 14 本课程标准转化为 Word 版本并以三个时期划分,分别选择三个时期文本内容中的课程目标、课程内容和课程实施的评价建议形成独立文档;(2)第二阶段:借助微词云的 TFIDF 算法提取出文本关键词,辨析并筛选出有意义的高频关键词,利用 Excel 做关键词的词频对比分析并建立关键词的共现矩阵;(3)第三阶段:利用 Ucinet 软件建构关键词网络图谱并计算中介中心度和点度中心度,图中的每个节点代表一个关键词。中介中心度是指任意两个节点中经过该节点的最短路径与所有最短路径的比值,反映的是关键桥梁的作用;点度中心度是指节点到节点的连接总和或一个节点指向其他节点的连接总和,

^① 郑蕴铮. 社会网络分析在教育研究中的应用:历史考察、独特作用与发展趋势 [J]. 全球教育展望, 2024, (03): 12.

说明的是节点间在网络中的核心地位^①。节点间的连线显示节点间的关系程度，线条越粗显示连接越频繁紧密。通过调节连接系数，可筛选出最强连接的核心网络图。

二、研究过程与结论

（一）对课程目标的研究

1. 研究过程

（1）课程目标体系的变化

2001 年到 2011 年是科学教育三维目标的奠基与完善阶段。2001 年颁布的《全日制义务教育初中科学课程标准（实验稿）》首次以科学素养为统领性目标，构建了包含科学探究、科学知识与技能、科学态度情感与价值观、科学技术与社会四大维度的课程目标体系。2011 年颁布的《义务教育初中科学课程标准》的目标体系基本延续了 2001 年版，但在科学技术与社会方面增加了环境内容，表现为科学、技术、社会、环境，反映出可持续发展理念对科学教育的渗透。2017 年版《义务教育小学科学课程标准》的分目标呈现为科学知识、科学探究、科学态度和科学、技术、社会、环境，基本内涵依旧围绕三维目标开展，但针对每个分段目标依据学段设立了详细内容。

2022 年版初中科学和物理、化学、生物课程标准发生突破性变革，在原有的三维目标基础上进行解构，将知识、技能、方法、情感等看作有机整体，重整形成符合素质教育要求的以学科核心素养为核心的目标体系，其中科学课程标准还结合学段特征，规定了各核心素养下的具体学段目标，使得目标更具连贯性和具体性。目标中的课程知识不再是零散的既定事实，也不只是与社会、科技建立直接的联系，而是贯穿人与社会环境交互的学科观念、学科思维等^②，能够迁移、应用，创造性地建构新知识以解决实际复杂问题。

（2）课程目标的关键词变化

不同时期课程目标的关键词可直观、具体地反映当下课程的培养导向。提取不同时期科学课程目标的关键名词和关键词进行词频变化对比，结果如图 2 所示。

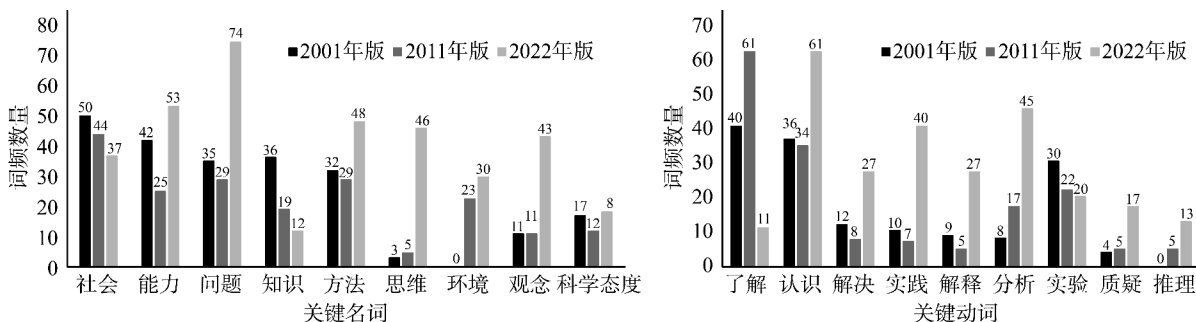


图 2 不同时期课程目标中的部分关键词和关键词变化

^① Holstein D M, Paris C B, Mumby P J. Consistency and Inconsistency in Multispecies Population Network Dynamics of Coral Reef Ecosystems [J]. Marine Ecology Progress Series, 2014 (3): 1.

^② 刘长海, 李海龙. 新课标中核心素养对“双基”“三维目标”的继承与超越 [J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2024, (03): 99.

根据关键词的变化来看,“知识”词频逐渐下降,而“思维”“观念”词频增幅较大,显示出科学课程标准的目标从碎片化知识向结构化观念的转变,强调建构科学思维和科学观念等上位概念;“问题”“能力”在目标变化中尽管存在轻微下降起伏,呈现U型曲线,但横向对比其他词汇,其在每个版本的科学课程标准中基本占据最高词频地位,说明二者始终是目标重点关注与培育的对象;“环境”作为2011年版新增的关键词,呈现出增长趋势,意味着科学目标注重科学发展中与环境的可持续联系,可持续发展理念逐渐融入学科教学。

从关键词变化来看,“了解”词频突降,而“认识”的词频突增。依据2022年版科学课程标准的动词附录,“了解”词频向“认识”词频的变化是认知性的目标动词从一级水平到二级水平的跃迁,科学课程标准目标有意识地提高学生的认知水平。“分析”“推理”等体现思维过程的动词呈现出稳定的增加趋势,也印证科学课程目标开始关注学生高阶思维的发展。同时2022年版科学课程目标体系通过表现性更强的动词进一步将核心素养的内涵外显化,任务指向也更加明确^①。如2022年版初中化学课程标准围绕“科学探究与实践”核心素养建立“经历科学探究,增强实践能力”目标,提出“能从化学视角探讨”“能与同学合作、分享”等行为动词,重视在完成任务的过程中实现从“科学探究”到“实践能力”素养的逐步发展与落实。

进一步提取高频关键动、名词,建立共现矩阵,构建出课程目标的网络图,如图3所示。用圆圈表示关键词,三角形代表关键词,节点大小依据词频大小来体现,其中具备高点度中心度和高中介中心度的节点用浅色标识。表1是部分高频词汇的词频数量、点度中心度和中介中心度数值。

表1 不同时期课程目标中的部分关键词数量、点度中心度和中介中心度

2001 年版	数量	点度 中心度	中介 中心度	2011 年版	数量	点度 中心度	中介 中心度	2022 年版	数量	点度 中心度	中介 中心度
社会	50	26	4.579	社会	44	28	14.373	能力	53	42	12.562
知识	36	26	4.579	方法	29	29	13.097	问题	74	41	6.701
问题	35	26	4.579	问题	29	26	8.465	过程	37	41	11.575
过程	27	25	3.905	过程	26	29	15.321	方法	48	40	5.714
方法	32	23	3.211	能力	25	29	12.919	证据	37	40	5.649
了解	40	26	4.579	了解	61	32	24.134	解决	27	41	6.701
理解	20	26	4.579	交流	18	28	17.116	分析	45	40	5.714
认识	36	25	3.779	描述	15	28	10.923	解释	27	40	5.917
解决	12	24	2.847	运用	18	26	10.469	应用	15	40	6.099
解释	9	21	2.559	知道	19	24	4.466	实践	40	39	10.387

通过表1数据和图3整体网络图可知,2001年版科学课程标准聚焦在“知识”“问题”“社会”三个核心名词上,连接“知识”周围的动词发现,2001年版课程目标对知识主要在了解、认识等

^① 王祖浩,迟少辉.《义务教育化学课程标准(2022年版)》解读——核心素养、课程目标和学业质量标准的研制[J].化学教育(中英文),2022,(23):8.

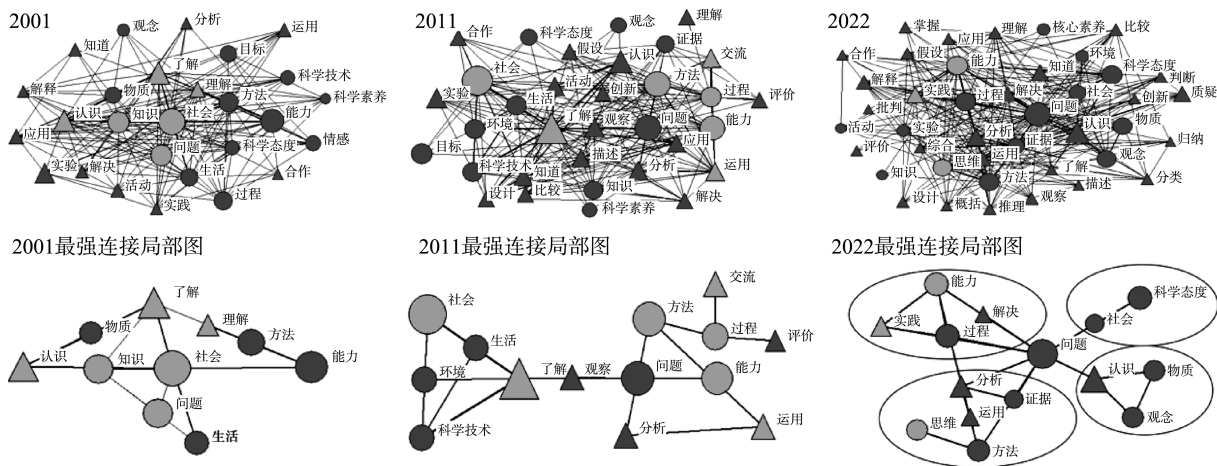


图3 不同时期科学课程标准中评价建议的关键词社会网络图和最强连接局部图

低阶水平做出要求，而体现高阶思维的动词如“运用”“解释”“分析”等呈现边缘化状态；2011年版科学课程标准目标开始弱化“知识”关键词的中介地位，“方法”“能力”的枢纽地位提升，在基础知识的“了解”“描述”上以“运用”“交流”等动词搭建“分析”“解决”“评价”等体现高阶思维动词的桥梁，同时名词“环境”出现，与“社会”“生活”建立连线；2022年版科学课程标准目标的网络图密度进一步扩大，呈现出以“能力”“实践”“思维”为核心中介节点的网络图，关键名词与体现高阶思维过程的关键动词增多且所含连线更加频繁、紧密。

筛选出最强连接的网络局部图可看出，2001年版科学课程标准目标形成“认识—知识—了解—社会—理解—能力”的进阶过程，“问题”只与“社会”“知识”形成强连接，未能构成与能力的强连接，说明2001年版科学课程标准目标主要通过知识学习指向能力发展，虽问题从社会生活中来，但更多用来承载知识点，而并非发展综合能力。2011年版科学课程标准目标延续2001年版科学课程标准目标，也指向能力的发展，但将“问题”解决的方法过程与“能力”连接，开始在问题解决过程中发展能力，同时新增的“环境”衍生形成“社会—环境—目标—科学态度”“社会—环境—科学技术”的支线，说明课程目标更加关注科学学习的社会意义，社会责任的内涵得到拓展。2022年版科学课程标准目标以“问题”建立网络的形式呈现出课程目标培育中核心素养的内化与发展逻辑：通过“分析”问题过程连接“证据”“运用”等思维方法，以“实践”探究为中介节点与“能力”和“过程”建立联系，再以“问题”解决为过程构建“观念”和“科学态度”。最终连接形成的网络图凝练出四个素养目标取向：探究实践区（左上），在探究实践活动中培育学生能力；思维发展区（左下），依托推理分析等过程形成科学思维；态度责任区（右上），连接环境等社会议题强化社会责任意识；观念建构区（右下），基于问题解决过程提炼科学观念。

2. 研究结论

比较历年科学课程标准中课程目标的网络分析图谱可见，课程目标关键节点从“知识”“能力”的双核转向“实践—思维—观念”多中心结构。最强连接网络图的不断拓展与完善也揭示出核心素养的生成机制：以实践为中介，通过“分析—证据—推理”等思维认知链实现学科观念和社会责任的内化，最终实现学科育人的价值。这种以实践为中介、思维为纽带、观念为指向的课程目标网络体系，展现出核心素养间的相互关联性，为核心素养如何从教学的表层认知转向深层

领悟提供了有力支撑。总体来看,我国科学课程标准目标呈现出从“学科能力”到“学科育人”、从“三维目标”到“核心素养”的演变。

(二) 对课程内容的研究

1. 研究过程

(1) 课程内容结构的变化

2001年版科学标准和2011年版科学标准都按照学科领域进行划分和设计课程内容,体现出以学科逻辑为主导的三维目标框架。两版课程标准都依据学习主题设置具体的内容目标 and 对应活动建议,集体表现为“学科领域→学习主题→内容目标”的层级结构。分科课程标准虽提供了情境素材建议,以期增强内容与生活的联系,例如2011年版义务教育化学课程标准在“身边的化学物质内容”单元学习情景素材上提供了“作物生长最适宜的pH范围”,但素材建议多局限于学科知识的应用,跨学科关联较弱,未形成系统的整合路径。而2022年版课程标准的内容结构打破了学科边界,提出跨学科概念,凸显综合课程的特点,整体的课程内容呈现图4的结构。2022年版课程标准在核心素养的统领下凝练各学科的核心概念并基于此设置内容要求、教学提示和学业要求,通过整合各学科核心概念形成跨学科概念并明确提出开展跨学科主题学习次数和具体实践活动内容,构建了“核心概念→跨学科概念”的结构体系。

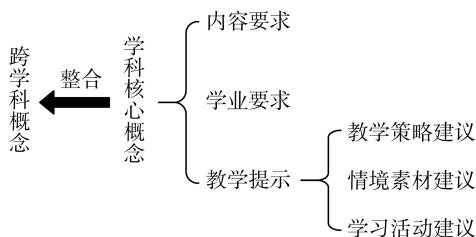


图4 2022年义务教育科学课程标准课程内容的组织形式

(2) 课程内容的行为动词变化

行为动词可直接反映课程内容的明确性和课程目标的具体操作性,通过分析课程标准教学内容中的行为动词,可准确把握不同知识或能力、素养的要求,明确实践教学的深度,是教育工作者进行教学评价、试题编写、教材研究的重要依据^①。根据2022年版科学课程标准提及的行为动词分类框架,行为动词可划分为认知性行为动词、技能性行为动词和体验性行为动词三大类型,每个类型又可细分为三个进阶水平。在对三个时期课程标准中课程内容开展行为动词的系统梳理和分类统计之外,还需进一步分析2022年版课程标准中新增的学业质量。2022年版课程标准通过刻画学生学业成就表现提出学业质量是落实核心素养和课程内容的基准参照,深入探讨其行为动词的使用情况能从深层理解核心素养目标在课程内容中的渗透。研究结果如图5所示。

从行为动词的类型分布来看,三个时期课程内容都呈现以知识性行为动词为主体的特征,如“了解”“认识”“阐述”等,反映知识传授在科学教育中的基础性地位;技能性行为动词数量次

^① 历晶,刘娇,陈红君.《义务教育物理课程标准(2022年版)》课程内容中行为动词的统计分析[J].物理教师,2022,(11):40.

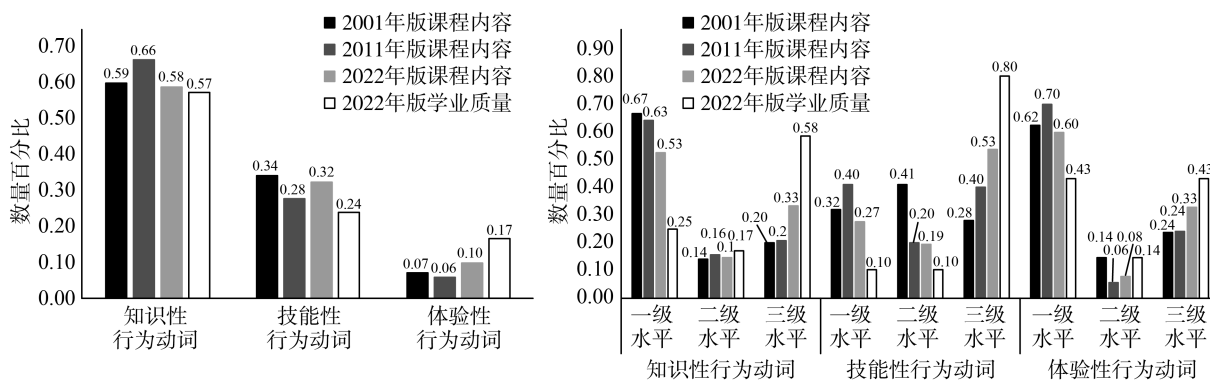


图5 不同时期课程内容、2022年版学业质量中的行为动词变化分析

(左图为行为动词类型的变化；右图为各类型行为动词的具体水平变化)

之，包含“观察”“测量”“查阅”等；体验性行为动词总体最少，体现在“感知”“认同”等情感表述上。知识性和技能性这些行为动词对结果指向更加明确，呈现更加具体，更有利于教师明白课程标准中对学生的知识掌握和能力水平要求，因此占据较大篇幅。体验性行为动词虽占比最小，但增长幅度最大，2022年版课程内容比2011年版课程内容增长57.1%，且学业质量标准的行为动词分类中体验性行为动词占比明显增多。这一变化趋势也反映出课程目标从注重知识与技能发展的三维目标逐步转向强调学科核心素养的培养，更加关注学生的情感体验，凸显学科育人价值。

从行为动词的水平层次来看，三个时期课程内容在知识性行为动词和体验性行为动词的一级水平上占比最大。高水平的提升是建立在一级水平上不断量化而质变形成的，往往需要长期的观察和积累，因此也呈现出一级水平最多的局面。技能性行为动词在三级水平上占比较高，凸显出科学课程标准发展以来对科学探究和实践能力的持续重视，其中2022年版课程内容呈现出三级水平最多的情况，学业质量提及的技能性行为动词在三级水平占比则高达80%，且具备明显的综合性、实践性、开放性跨学科特点，这与跨学科主题学习的提出密切相关，跨学科活动过程中往往需要使用“调查”“设计”“优化”等体现三级水平的技能动词。

将学业质量的行为动词聚焦于核心素养发展上，进一步剖析核心素养在内容要求上的具体体现。学科观念常用知识性行为动词如“解释”“领会”等，可以总结为学科观念的形成与运用；学科思维则主要是使用三级水平的知识性行为动词，如“推理”“辩证”“分析”等，强调高阶思维的发展过程；探究实践素养借助技能性行为动词详细描述具体操作，如“设计”“收集”“实践”等；科学态度与责任素养的落实包括“体会”“关注”等体验性行为动词。可以看出，学业质量围绕4个核心素养针对性地使用行为动词具体阐述培养要求，有效增强了课程内容和核心素养的联系与可操作性，凸显出科学课程标准“培养什么人、怎么培养人”的育人导向与价值。

分别选取每个类型中频次最高的10个行为动词构建矩阵，通过计算社会网络分析的点度中心度和中介中心度，深入挖掘三类动词在课程内容中所承担的角色。表2显示了部分高频行为动词的计算结果。

表 2 不同时期课程内容、2022 年版学业质量中的部分关键词点度中心度和中介中心度

2001 年版 课程内容	点度 中心度	中介 中心度	2011 年版 课程内容	点度 中心度	中介 中心度	2022 年版 课程内容	点度 中心度	中介 中心度	2022 年版 学业质量	点度 中心度	中介 中心度
认识	27	18.23	了解	28	28.13	了解	29	4.56	分析	11	1.24
讨论	25	26.39	认识	27	26.61	知道	27	4.30	解释	9	0
解释	25	18.71	知道	26	17.96	认识	29	4.56	运用	11	1.24
了解	24	11.01	说出	20	7.60	分析	28	3.98	描述	10	0.62
观察	26	14.95	观察	26	20.69	观察	28	3.78	解决	10	0.62
收集	23	14.26	调查	22	10.21	设计	28	4.03	设计	10	0.62
调查	21	5.72	设计	22	11.50	制作	27	3.14	观察	11	1.24
设计	19	3.91	收集	21	9.58	调查	28	4.48	实践	11	1.24
关注	22	14.15	体会	15	4.53	体会	27	3.42	意识	10	0.62
领悟	15	1.51	关注	14	3.04	记录	19	0.46	体会	9	0
体验	14	6.66	注意	12	2.57	关注	26	3.48	质疑	7	0.29
增强	13	1.57	增强	12	2.46	体验	23	1.70	反思	7	0.62

动词所对应的点度中心度与其词频大小基本呈现正比例关系，中介中心度则变化最为明显。2001 年版课程内容呈现出知识性行为动词绝对垄断的局面，以“认识”“讨论”“解释”三个知识性行为动词为核心中介节点，承载着连接其他概念的关键角色，而技能性和体验性行为动词多在边缘，其中具有最高中介度的技能性行为动词“观察”的中介值与“讨论”中介值差距高达 42%，整体体现出理论指导实践的知识产权型网络结构；2011 年版课程内容中“观察”中介中心度有所提高，“调查”“设计”等技能性动词步入高中介中心度梯队，起到分流知识性行为动词核心中介功能的作用，但两种类型的行为动词中介值差距仍存在，依旧呈现出以“了解”“认识”等知识性行为动词为核心中介的独大局面；2022 年版课程内容和学业质量受行为动词种类丰富程度影响，中介中心度数值明显减小，反映出枢纽节点从中央集权向分布协同的扩散现象，中介节点变化上知识性行为动词的中介中心度显著下降，与技能性核心行为动词的数值几乎持平，学业质量可明显发现技能性行为动词为核心中介代替了知识性行为动词的中介枢纽地位。

体验性行为动词的中介中心度数据显示，其多数依旧以普通节点形式出现在网络边缘地带。但 2022 年版课程标准内容中“体会”“关注”的中介值实现增长，与“了解”“设计”等核心节点差距显著减小，占据次要核心节点的位置，且学业质量中“反思”“意识”等中介值也处在较高位置，体验性动词从终端节点慢慢过渡到情感桥梁上。

2. 研究结论

词频数据显示，三个时期科学课程标准中课程内容的知识性行为动词数量占比持续位居首位，但依据社会网络分析计算得出的中介中心度数据分析，其在课程内容中的功能定位发生显著的变化。2001 年版和 2011 年版课程内容中的知识性行为动词都承担着核心中介功能，作为核心桥梁建立技能性和体验性行为动词的联系，到 2022 年版课程内容中技能性行为动词的地位崛起，使得部分知识性行为动词从唯一桥梁的功能转变为基础节点，最终形成知识性行为动词和技能性行为动词多枢纽协同的分布网络结构。课程内容从“知识主导型”单峰网络发展为“多枢纽协同型”多峰网络的演变轨迹生动诠释了我国基础教育向素养本位的范式转变，也印证了课程内容从单一学

科逻辑朝着学科核心概念和跨学科概念的结构转变。

(三) 对课程实施评价建议的研究

1. 研究过程

(1) 评价建议框架的变化

作为教学质量保障的动态监测环节,评价建议可通过科学、系统的评价机制精准把握学生发展水平,优化教学模式,推动教育质量持续提升。2001年版科学课程标准评价建议框架以“知识与技能”“过程与方法”“情感态度与价值观”三维目标为框架,整体结构划分为“评价目的、评价内容、评价方法”三大板块,评价内容首次将非认知领域纳入评价范畴,但侧重点还在知识应用和技能发展上;2011年版科学课程标准评价建议在延续三维目标的基础上,新增“评价原则”,提出发展性、多元性、科学性等原则,强调评价需“立足过程,促进发展”对过程性的评价地位开始提升;2022年版科学课程标准评价建议发生重大变化,以核心素养为核心,构建了过程性评价和学业水平考试双轨体系,在过程性评价中提出增值评价以动态关注学生的学习起点与进步值、跨学科评价以考查多学科知识整合能力及科学思维素养等多元评价方法,学业水平考试替代了终结性评价,要求系统化规划试卷结构,避免知识碎片化考察,评价内容更为具体,整体呈现出动态、立体、增值的评价生态。

(2) 评价建议的关键词变化

通过计算核心关键词的词频和中心度(见表3),建立三个时期科学课程标准关键词网络分析(见图6)。

表3 不同时期评价建议部分关键词的数量、点度中心度和中介中心度

2001 年版	数量	点度 中心度	中介 中心度	2011 年版	数量	点度 中心度	中介 中心度	2022 年版	数量	点度 中心度	中介 中心度
评价	190	26	8.309	评价	329	26	1.083	评价	220	27	3.763
探究	42	26	8.309	探究	79	26	1.083	素养	67	27	3.763
活动	62	25	5.097	过程	67	26	1.083	问题	66	27	3.763
过程	32	25	6.618	能力	66	26	1.083	方法	29	26	3.506
方法	35	25	6.329	问题	50	26	1.083	过程	23	26	3.421
观察	24	25	5.097	知识	47	26	1.083	真实	14	24	2.877
能力	34	24	4.197	方法	45	26	1.083	能力	29	26	2.385
结果	19	24	5.574	内容	42	26	1.083	任务	24	26	2.385
表现	34	23	2.56	表现	41	26	1.083	学业	64	26	2.131
实验	39	22	1.636	分析	31	26	1.083	教学	38	26	2.131
记录	37	22	2.411	技能	26	26	1.083	情境	53	25	1.99
技能	19	22	2.378	活动	77	25	0.871	探究	27	25	1.951
价值观	18	22	1.973	记录	32	25	0.696	综合	21	25	1.809
是否	28	21	2.309	结果	27	25	0.696	跨学科	17	23	1.619
课程	22	21	1.133	社会	21	25	0.696	思维	15	23	1.309

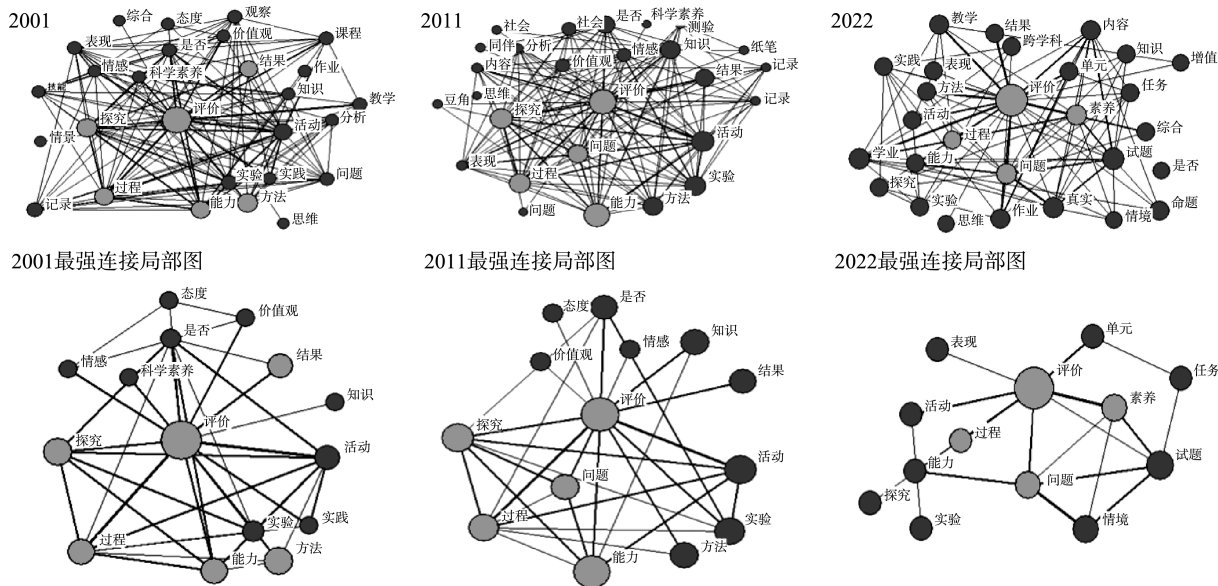


图6 不同时期科学课程标准中评价建议的关键词社会网络图

节点变化层面,“评价”“过程”在三阶段变化中始终保持着高词频和高点度中心度,说明自2001年版起我国科学教育的评价就开始重视学生的过程发展。而“结果”节点在2001年版占据显著地位,至2022年版中心性衰减,反映出评价重点从终结性向过程性转移。

通过最强连接图看关联结构,对比“评价”“过程”同时相连的关键词以及文本内容,发现2001年版评价以“探究”“活动”等过程关键词为中介点,与“能力”评价建立联系,辅之弱连接“科学素养”“情感”“价值观”等非认知关键词的网络结果,评价体系虽涉及情感态度等非认知评价,但多与“是否”连接,评价依附于行为化观测,如“是否积极参与”等;2011年版最强连接图与2001年版大致相同,依旧与“能力”联系紧密,不同在于2011年版“问题”关键词崛起,评价有意识与“问题”解决能力深度整合;2022年版评价过程重视“情境”,以“素养”和“问题”作为核心枢纽,形成过程性评价和学业水平考试两大区域。左侧反映过程性评价,将“问题”与“情境”连接指向“探究”“活动”过程中的能力发展,注重探究实践过程中问题情境的搭建,右侧以“情境”“问题”辐射至“试题”节点,注重学业考试中试题的情境化和任务单元的整体结构化,最终达到素养的落实。

2. 研究结论

社会网络图谱描绘出三个时期评价内容的变化:2001年版评价内容以“探究—活动—能力—评价”为基本框架;2011年版评价内容在原有基础上新增“问题”要素实现探究活动的整合,形成“问题—探究—能力—评价”的进阶模式;2022年版评价内容基于上述能力评价进一步完善,确立以“真实情境”驱动的素养评价,系统建构出“情境—问题—能力—活动—评价—素养”过程性评价和“情境—试题—素养—评价”学业水平考试两大评价路径。这些变化清晰地印证了我国科学课程标准的评价内容呈现出持续深化发展的态势,在真实情境中解决问题和解释现象的能力和过程中体现的素养已然成为评价的核心内容。随着评价内容的深化,评价方法也趋向多元化。新提出的增值评价

以学生可持续发展为核心，密切关注学生学习的动态增量，通过积极反馈形式提升学生的学习成就感^①，深层呼应了科学教育评价从学科能力导向向素养育人本位转型的改革脉络。

三、研究启示

（一）明确课程目标中发展核心素养的有效路径和目标进阶

2022年版科学课程标准目标的最强连接网络图呈现出以核心素养为指向的目标体系，其划分出的四个素养区域通过问题彼此相互联系，构成一个有机的整体，说明科学核心素养的四个方面并非独立个体，而是彼此关联、相互融合的。例如实践探究作为知识建构和问题解决的脚手架，能为科学思维发展提供载体，而思维品质的提升又能正向反馈到实践探究中问题的处理过程；指向科学本质的科学观念能推动正确的科学态度与责任的形成，态度责任也能加深对科学观念的深刻理解，从而在探究实践中表现出积极主动的学习态度。因此，在课程目标中核心素养的发展路径应秉持整体教学的理念，在设计逻辑中将知识内容结构化，基于问题构建“认知冲突—实验探究—证据推理”等进阶目标任务链，引导学生在实践中激活学科思维，在思维碰撞中凝练学科观念，形成在解决问题的真实体验中建立科学造福人类社会的学科自豪感和使命感、将学科知识的应用内化为服务社会的责任意识，最终实现从学科能力到学科核心素养的目标进阶。

（二）优选行为动词以促进跨学科主题与课程内容深度融合

跨学科主题融入课程内容是深化课程改革、落实核心素养的关键路径。2022年版科学课程标准通过课程内容的结构化分布和体现技能性、知识性行为动词多枢纽协同的社会网络图谱为跨学科主题学习融入课程内容建设指明了方向。跨学科主题内容建构应从系统思维出发，明确行为动词的优化选择：一方面，改变知识性行为动词的过渡性使用，通过技能性行为动词的中介作用统整碎片化知识，自下而上建构学科核心概念；另一方面，再以学科大观念、大概念或大问题等为统摄中心借助高水平的知识性行为动词凝聚不同学科的核心概念编排知识内容、形成结构化知识体系和统领性学习任务，从而开展跨学科主题学习。在跨学科主题建设的实践过程中，需精准选用“分析”“设计”“体会”等具备可操作性的技能性行为动词，将核心素养目标表征为具象化的学习行为，并灵活使用体验性行为动词促进情感、价值观的升华，最终实现跨学科知识整合与素养发展的有机统一。

（三）建构多元课程评价体系促进学生核心素养目标的落实

科学教育改革注重开展素养导向的评价。2022年版科学课程标准的评价建议网络图谱清晰地勾勒出素养导向的多元课程评价体系。一方面，在学生核心素养的发展历程，应注重过程性评价的实施，依托真实问题情境开展探究、合作等活动任务，在过程中观察学生行为、思维、情感参与等表现追踪学生素养的发展轨迹，使隐性素养变得可视、可评、可教，并将评价转向纵向对比，基于学生个体起点开展增值评价，以“素养增量”的反馈激励、唤醒学生的内驱力；另一方面，

^① 张晋，马飞，中小学增值评价的价值向度和实践路径[J]. 课程·教材·教法，2024，(12)：47.

在历程各个阶段以学业水平考试等方式进行结果性评价，围绕真实情境设计与素养立意相匹配的开放性学业水平试题，充分考查学生科学观念的理解深化和科学思维的发展水平等，掌握学生核心素养的阶段目标落实情况，进而实现从“育分”到“育人”的根本转变。

作者简介

钟昕，华东师范大学化学与分子工程学院硕士研究生。

迟少辉，华东师范大学化学与分子工程学院教授，研究方向：测量与评价，教学与教法等。

王祖浩，华东师范大学化学与分子工程学院教授、博士生导师，研究方向：科学能力测评和化学课程与教学论。

The Evolution of Science Curriculum Standards for Compulsory Education since the 21st Century: A Statistical Analysis Based on Keywords

ZHONG Xin, CHI Shaohui, WANG Zuhao

(School of Chemistry and Molecular Engineering, East China Normal University,
Shanghai, 201100)

Abstract: Through conducting keyword frequency analysis and social network analysis, this study systematically examines the evolutionary characteristics of China's compulsory education science curriculum standards (including integrated science and disciplinary science) since the 21st century, focusing on curriculum objectives, curriculum content, and evaluation recommendations for curriculum implementation. It reveals three significant transitions: curriculum objectives have evolved from three-dimensional goals to core literacy development, curriculum content has transformed from single-subject orientation to interdisciplinary curriculum integration, and evaluation approaches have shifted from daily learning assessment to literacy-based value-added evaluation. Based on these findings, three recommendations are proposed: 1) establishing clear developmental pathways and progressive targets for cultivating core literacy in curriculum objectives; 2) optimizing action verbs to enhance deep integration of interdisciplinary themes into curriculum content; 3) constructing a literacy-oriented multidimensional curriculum evaluation system. These proposals aim to provide theoretical frameworks and practical guidance for science educators to comprehend the essence of curriculum standard reforms and optimize pedagogical practices.

Key Words: compulsory education; science curriculum standards; keyword analysis; social network analysis; comparative study