

分 类 号 G40

单 位 代 码 10447

密 级 无

学 号 2110040102



聊城大学

硕 士 学 位 论 文

基于学生创新素养培育的小学科学教师学科教学知识测
评研究

——以技术与工程领域为例

**A Study on Measuring Elementary School Science Teachers'
Pedagogical Content Knowledge Based on the Cultivation of
Students' Creative Literacy**

--Technology and Engineering as an Example

作 者 姓 名 刘程程

专 业 名 称 教育学

指导教师姓名 李玉峰

学 院 教育科学学院

论文提交日期 2024 年 06 月 10 日

摘要

国家越来越重视对创新人才的培养，创新素养是创新人才的核心素质与集中表现。《义务教育科学课程标准（2022 年版）》中明确提出了学生创新素养的课程目标。教师是塑造创新人才和培育学生创新素养的关键人物，创新素养的落实在课堂中主要是依靠教师的学科教学知识（PCK）开展。因此，将教师 PCK 和创新素养融合深入开展研究，可以有效培养学生的创新素养，塑造国家需要的创新人才。当前，关于教师培养学生创新素养的相关研究更多是对培养策略的探索，缺少对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评研究。基于此，本研究围绕学生创新素养的培育，对小学科学教师 PCK 进行研究，旨在开发适合我国小学科学教师培养学生创新素养的 PCK 测评工具，小学科学教师可以通过测评工具对培养学生创新素养的 PCK 水平进行自我诊断，从而使教师能够有针对性地提高自身专业发展水平，使教师在教学过程中能够更高效地培养学生的创新素养。

首先，本研究使用文献研究法，在科克伦提出的教师 PCK 四要素模型的基础上，提出基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素。之后通过归纳相关文献的观测点并结合小学科学课标中创新素养的相关内容，确定基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 观测点，并咨询相关专家对测评框架进行了修正，最终构建了一个四要素、十三个观测点的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架。

其次，本研究使用文献研究法，以测评框架为基础，参考洛克伦团队提出的 CoRe 工具，以技术与工程领域为例，初步开发了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具。之后通过咨询相关专家对测评工具进行了第一轮修正。采用教育测量法通过小规模试测，运用 SPSS27.0 及 Winsteps3.66.0 并基于 Rasch 模型对测评工具进行了质量分析，结合测评数据对测评工具又进行了修正。在此基础上，运用测评工具开展了大规模实测，对测评工具的可靠性再次进行检验，得出该测评工具具有较好的信度和效度以及区分度，并对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 实测结果进行分析和讨论。

经过对测评结果的分析发现，在技术与工程领域中，基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平整体较低，随着教龄的增长，整体表现呈现上升的趋势，但有

的小学科学教师 PCK 发展的快,有的小学科学教师 PCK 发展较为缓慢。从相关性分析来看,基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 各要素之间有高度的相关性。从 PCK 四要素的难度来看,各要素难度顺序依次为学科知识最容易,情境创设知识和课程教学法知识次之,学生认识知识最难。从不同群体的差异性分析来看,基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 存在性别差异,男性小学科学教师 PCK 水平显著高于女性小学科学教师;小学科学教师 PCK 存在课程授课经历差异,专职小学科学教师 PCK 水平显著高于兼职小学科学教师;小学科学教师 PCK 存在学校类型差异,乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 水平显著高于城区小学。不同职称、教龄、学历、专业、办学性质的小学科学教师 PCK 水平虽然有差异,但并不显著。

关键词: PCK; 创新素养; 小学科学教师; 测评工具; 技术与工程领域

ABSTRACT

The country is paying more and more attention to the cultivation of innovative talents, and innovative literacy is the core quality and centralized performance of innovative talents. The Compulsory Education Science Curriculum Standard (2022 Edition) clearly puts forward the curriculum objectives of students' innovative literacy. Teachers are the key figures in shaping innovative talents and cultivating students' innovative literacy, and the implementation of innovative literacy in the classroom mainly relies on teachers' pedagogical content knowledge (PCK). Therefore, in-depth research on the integration of teachers' PCK and innovative literacy can effectively cultivate students' innovative literacy and shape the innovative talents needed by the country. Currently, relevant research on teachers' cultivation of students' innovative literacy is more about the exploration of cultivation strategies, and lacks research on the assessment of elementary science teachers' PCK based on the cultivation of students' innovative literacy. Based on this, this study focuses on the cultivation of students' innovative literacy and the PCK of elementary school science teachers, aiming to develop a PCK assessment tool suitable for elementary school science teachers in China to cultivate students' innovative literacy, so that elementary school science teachers can carry out self-diagnosis on the PCK level of cultivating students' innovative literacy through the assessment tool, thus enabling teachers to improve their own professional development in a targeted manner, and enabling teachers to cultivate students' innovative literacy more efficiently in the teaching process. process can be more efficient in developing students' innovative literacy.

First, this study uses the literature research method to propose PCK elements for elementary science teachers based on the cultivation of students' innovative literacy on the basis of the four-factor model of teachers' PCK proposed by Cochrane. Afterwards, by summarizing the observation points of related literature and combining the related content of innovation literacy in the primary science curriculum, we determined the observation points of primary science teachers' PCK based on students' innovation literacy cultivation,

and consulted related experts to revise the assessment framework, and finally constructed a four-element, thirteen-observation-point framework for primary science teachers' PCK assessment based on students' innovation literacy cultivation.

Second, this study used the literature research method to initially develop a PCK assessment tool for elementary school science teachers based on the cultivation of students' innovative literacy, based on the assessment framework and with reference to the CoRe tool proposed by Locklund's team, using the field of technology and engineering as an example. The assessment tool was then revised in the first round by consulting relevant experts. The assessment tool was analyzed through a small-scale pilot test using the educational measurement method, and the quality analysis of the assessment tool was conducted using SPSS27.0 and Winsteps3.66.0 and based on the Rasch model, and then the assessment tool was revised by combining the assessment data. On this basis, a large-scale practical test was carried out using the assessment tool, the reliability of the assessment tool was tested again, and it was concluded that the assessment tool had good reliability and validity as well as differentiation, and the results of the PCK practical test for elementary school science teachers based on the cultivation of students' innovative literacy were analyzed and discussed.

After analyzing the assessment results, it was found that the PCK level of elementary school science teachers based on students' innovation literacy cultivation in the field of technology and engineering was low overall, and the overall performance showed an upward trend with the growth of teaching age, but some elementary school science teachers' PCK developed fast, and some elementary school science teachers' PCK developed more slowly. From the correlation analysis, there is a high degree of correlation between the elements of elementary science teachers' PCK based on the cultivation of students' innovative literacy. In terms of the difficulty of the four elements of PCK, the order of difficulty of each element is that subject knowledge is the easiest, context creation knowledge and curriculum pedagogy knowledge are the next easiest, and student awareness knowledge is the most difficult. From the analysis of the differences among different groups, there are gender differences in the PCK of elementary school science

teachers based on the cultivation of students' innovative literacy, and the PCK level of male elementary school science teachers is significantly higher than that of female elementary school science teachers; there are differences in the PCK of elementary school science teachers in terms of their experience in teaching courses, and the PCK level of full-time elementary school science teachers is significantly higher than that of part-time elementary school science teachers; and there are differences in school types in the PCK of elementary school science teachers. The PCK level of elementary school science teachers in township center elementary school was significantly higher than that in urban elementary school. Although there are differences in the PCK levels of elementary school science teachers with different titles, teaching experience, qualifications, specialties and school nature, they are not significant.

Key Words:PCK;Creative Literacy;Elementary Science Teachers;Assessment Tools;Technology and Engineering

目 录

绪论.....	3
一、研究背景与意义.....	3
二、文献综述.....	5
三、研究设计.....	19
四、相关核心概念界定.....	21
五、理论基础.....	23
第一章 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架构建.....	26
第一节 测评要素及观测点的初步确定.....	26
第二节 基于专家意见优化要素及观测点.....	35
第三节 测评框架的确立.....	40
第二章 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具开发.....	43
第一节 测评问卷的编制.....	43
第二节 评分标准的制订.....	46
第三节 结合专家意见对测评工具进行优化.....	48
第四节 基于测评数据优化测评工具.....	49
第五节 测评工具的特点.....	63
第三章 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具实测.....	65
第一节 测评情况.....	65
第二节 测评工具的质量检验.....	67
第四章 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 结果分析与讨论.....	73
第一节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 整体表现分析.....	73
第二节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素分析.....	76
第三节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 群体差异分析.....	93
第四节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 结果讨论.....	109
第五节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 发展建议.....	112
第五章 结论与展望.....	115
第一节 研究结论.....	115
第二节 研究不足与展望.....	116

参考文献.....	119
附录.....	124

绪 论

一、研究背景与意义

（一）研究背景

国家创新体系的核心是创新人才,培养创新人才成为新时代各级各类教育的共同使命。在《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》^①中指出,当前正值国际人才竞争激烈和国内教育改革的关键时期,提高国民素质、培养创新人才势在必行、刻不容缓。2016年,《国家创新驱动发展战略纲要》^②明确要求,坚持创新驱动的实质是人才驱动,落实以人为本,尊重创新创造的价值,激发各类人才的积极性和创造性。

创新素养是创新人才的核心素质与集中表现。北京师范大学中国教育研究院与美国21世纪学习联盟(简称“P21”)共同提出“21世纪核心素养5C模型”,即文化理解与传承素养(Cultural Competence)、审辨思维(Critical Thinking)、创新素养(Creativity)、沟通素养(Communication)5个方面,其中,创新素养是5C模型的重要维度,在培养创新人才中起着关键的作用^③。

教育是培养创新素养、塑造创新人才的关键,在《中国教育现代化2035》中明确提出,要发展具有中国特色世界先进水平的优质教育,“树立健康第一的教育理念……强化实践动手能力、合作能力、创新能力的培养”并重视“创新人才培养方式”以及“培养学生创新精神与实践能力,大力推进校园文化建设”^④。党的二十大报告中也指出,“教育是国之大计、党之大计。培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题”^⑤。我国对教育的重视程度越来越高,以办好人民满意的教育为目的,立足当前,着眼长远。在教育环境中,教师是塑造创新人才和培育学生创新素养的关键人物。

^① 中华人民共和国教育部.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/201007/t20100729_171904.html.2010-07-29.

^② 国务院.国家创新驱动发展战略纲要[EB/OL].http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/19/content_5074812.htm.2016-5-19.

^③ 甘秋玲,白新文,刘坚等.创新素养:21世纪核心素养5C模型之三[J].华东师范大学学报(教育科学版),2020,38(02):57-70.

^④ 国务院.中国教育现代化2035[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm.2019-2-23.

^⑤ 中华人民共和国中央人民政府.习近平:高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL].https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm.2022-11-25.

《义务教育科学课程标准（2022 年版）》中的课程目标明确指出，技术与工程领域要求学生保持好奇心和探究热情，掌握重组思维、发散思维、突破定势等基本的思维方法，针对实际需要明确问题，提出有创意的方案等目标，这些课程目标都是创新素养所包含的内容，因此本研究围绕技术与工程领域开展学生创新素养培育的相关研究。

要想有效贯彻落实科学课程目标中对学生创新素养的要求，需要小学科学教师从相关学科知识、教学方法、学科理念等方面开展进一步的学习和研究，教师 PCK 是能够体现这些方面最有效的学科教学知识。同时，学生创新素养的培育在课堂中主要以教学活动为载体开展，而教学活动主要由教师 PCK 决定。基于此，本研究将小学科学教师 PCK 与培育学生创新素养相融合，开发基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具，有助于小学科学教师有效培育学生的创新素养。

（二）研究意义

1. 理论意义

第一，进一步丰富了教师学科教学知识（简称“PCK”）的理论体系。本研究通过对小学科学课标中创新素养的构成要素进行分析的基础上，结合国内外对创新素养以及教师 PCK 的研究，构建了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架，力求全面、科学地理解基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK。在此研究过程中，将教师 PCK 与培养学生创新素养相结合，对丰富教师 PCK 的理论体系有重要的意义。

第二，为教师 PCK 测评研究提供了参考。本研究开发测评工具的过程可以为研究人员提供参考价值。同时，也可以为其他教师教育研究人员开发类似的测评工具提供思路和方法。

2. 实践意义

有助于教师进行自我评价。本研究开发的教师 PCK 测评工具有助于教师对自身培养学生创新素养的 PCK 进行反思。教师通过 PCK 测评框架可以清楚地知道自身需要发展的 PCK 内容，并可以运用测评工具进一步了解自身的 PCK，之后结合评分标准对自身培养学生创新素养的 PCK 发展现状进行分析，并指导教师对自身的 PCK 进行提升和发展，通过提升教师 PCK 的水平从而更加高效地培养学生的创新素养。

二、文献综述

通过文献研究法,以“教师 PCK”“创新素养”为关键词搜索相关文献发现,国内外当前的已有研究大多围绕创新素养的概念、创新素养的结构框架以及教师 PCK 概念、教师 PCK 的要素和教师 PCK 的测评工具等进行展开论述。

(一) 教师学科教学知识(PCK)的有关研究

1. 国外教师 PCK 概念的已有研究

PCK 最早是由美国斯坦福大学教授舒尔曼(Shulman)于 1986 年提出的。舒尔曼认为,PCK 是学科知识和教育学知识的综合,他将学科知识和主题学科知识、课程知识和学科教学知识加以区分,指出学科教学知识是对学科知识进行教学,是一种能够被他人理解的学科知识的表达和阐述方式^①。随着舒尔曼对 PCK 的进一步研究,舒尔曼在 1987 年指出 PCK 是指教师通过将学科知识和教育学知识进行综合运用,从而理解在特定主题下的教学过程是如何组织、开展从而适应学生的兴趣和能力^②。

随后,1990 年,格罗斯曼(Grossman)认为教师 PCK 是关于教学策略和教学方法方面的知识,主要是由学生认识知识、课程与教材的知识和教学策略知识等方面的知识组成。同年,马克斯(Marks)提出教师 PCK 是指教师在讲授特定主题的课程时,通过对教材内容和课程资源的适当组织和运用所呈现出来的知识^③。

1993 年,格迪斯(Geddis)提出,教师 PCK 是指教师在对某一主题的课程、概念或技能进行讲授时,使用学生容易理解的形式传授知识的一种学科教学知识^④。帕克(Park)认为 PCK 来源于教学实践,在教学实践中运用实践中的知识,认为 PCK 包含教师在教学中的理解与实施^⑤。

洛克伦(Loughran)认为,PCK 是指教师通过对情境的创设从而促进学习者对特定主题的知识理解^⑥。PCK 通过将教学策略知识和学科知识相结合,从而帮助学生更好地理解学科知识^⑦。洛克伦等人对 PCK 概念的论述更多倾向于认为 PCK 是学科

^① Shulman S L. Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching [J]. Journal of Education, 2013, 193 (3): 1-11.

^② Shulman S L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform[J]. Harvard educational review, 1987, 57(1): 1-23.

^③ Marks R. Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception[J]. Journal of teacher education, 1990, 41(3): 3-11.

^④ Geddis A N. Transforming subject - matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching[J]. International journal of science education, 1993, 15(6): 673-683.

^⑤ Park S, Oliver J S. Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals[J]. Research in science Education, 2008, 38: 261-284.

^⑥ Loughran J, Milroy P, Berry A, et al. Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs[J]. Research in Science Education, 2001, 31(2): 289-307.

^⑦ Loughran J, Mulhall P, Berry A. In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2004, 41(4): 370-391.

知识、教育学知识和情境创设知识有机融合的产物。

维尔（Veal）等人采用布鲁姆的目标分类法，将不同文献中提到的有关 PCK 的相关内容从一般到具体地进行总结，提出了 PCK 一般分类分层组织模型^①，如图 0-1 所示。

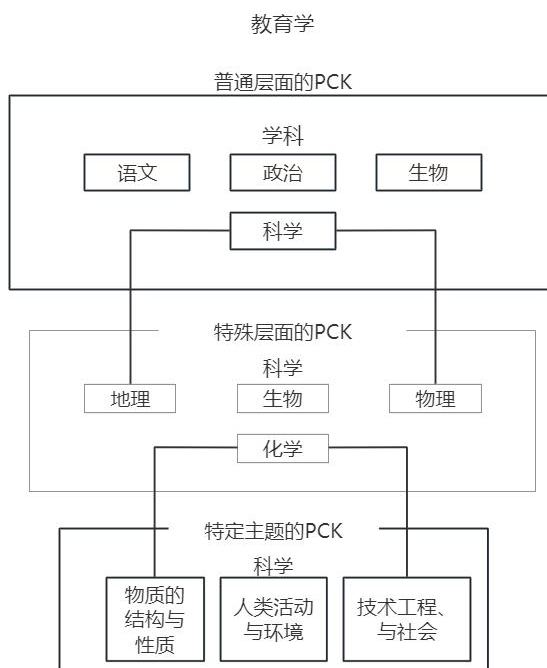


图 0-1 PCK 分类分层组织模型图

第一层是普通层面的 PCK，例如语文、政治、生物、科学等各个学科的 PCK。普通 PCK 比教育学知识更为具体，同时具备普通 PCK 的教师对教学的理解会更为深刻。

第二层是特殊层面的 PCK，例如科学中的地理、化学、生物等特定领域的 PCK。特殊层面的 PCK 比普通层面的 PCK 更为具体，更多的是关注不同领域的 PCK。

第三层是特定主题的 PCK，例如科学中的物质的结构与性质、人类活动与环境、技术工程、与社会等特定主题的 PCK。

科克伦等人从建构主义的角度出发，认为知识是个体通过建构主义的方式获得的，学科教学知识是一种不断变化的动态特质，因此科克伦等人提出了动态 PCK^②。

2. 国内教师 PCK 概念的已有研究

在国内 PCK 的研究起步较晚，对于 PCK 概念的研究，我国很多学者对其进行了

^① Veal W R, MaKinster J G. Pedagogical content knowledge taxonomies[J]. The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education, 1999, 3:N4/A.

^② Cochran K F, DeRuiter J A, King R A. Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation[J]. Journal of teacher Education, 1993, 44(4): 263-272.

论述。PCK 本土化研究的起点是白益民,他指出教师 PCK 是一种将特定主题的知识有针对性地对学生进行有效地教授的知识,是能够将一般教学知识和学科知识有效整合的知识^①。

2005 年,廖元锡提出教师 PCK 是教师所必须掌握的学科知识的知实、概念等,并能够将学科教学知识转化为易于学生理解的知识^②。

同年,刘清华提出,教师 PCK 是教师所特有的,是教师将特定主题的学科知识和教育学知识的结合,是教师对自己专业认识的独特方式,是教师知识结构的重要内容^③。

2006 年,冯茁等人以研究教学的基本原理为基础,对 PCK 以及 PCK 的概念进行了深入地分析,指出教师 PCK 是从教师的教学实践、教学评价、教学反思等方面逐渐提升的^④。

同年,杨彩霞提出,教师 PCK 是指教师将自己所掌握的具体学科知识以易于学生理解的方式教授给学生的一种特殊的教师知识类型,是对学科知识和一般教学法知识的有效整合。教师通过在加工、转化和传授学科知识的过程中,对所教授的学科知识进行批判性思考和解读,并根据学生的性别、能力、性格等开展教学活动^⑤。

2010 年,唐泽静等人提出 PCK 是教师知识的核心,也是教师从事教育活动的知识基础,因此他提出,PCK 的提升应该在教师专业发展中处于优先地位,是教师成长的动力源泉^⑥。

2011 年,李斌辉提出 PCK 是一种将学科知识、教学法知识、学生知识等有效融合的相对复杂的结构。PCK 是一种将特定的学科知识教授给学生学习的知识,具有建构性、整合性、转化性和个体性的特点^⑦。

2012 年,李伟胜通过对 PCK 核心概念的辨析,认为 PCK 的学术意义之一,就是教师如何站在学生的发展角度,着力开发知识的育人价值,实现知识的转化^⑧。

2016 年,张茂林提出 PCK 是教师职业根本区别于其他职业的特殊知识,是教师

^① 白益民.学科教学知识初探[J].现代教育论丛,2000(04):27-30.

^② 廖元锡.PCK——使教学最有效的知识[J].教师教育研究,2005(06):39-42.

^③ 刘清华.学科教学知识的结构观[J].河南大学学报(社会科学版),2005(01):134-137.

^④ 冯茁,曲铁华.从 PCK 到 PCKg:教师专业发展的新转向 [J]. 外国教育研究,2006, (12): 58-63.

^⑤ 杨彩霞.教师学科教学知识:本质、特征与结构[J].教育科学,2006(01):60-63.

^⑥ 唐泽静,陈旭远.学科教学知识视域中的教师专业发展 [J]. 东北师大学报(哲学社会科学版),2010, (05): 172-177.

^⑦ 李斌辉.中小学教师 PCK 发展策略 [J]. 教育发展研究,2011, 31 (06): 47-52.

^⑧ 李伟胜.学科教学知识(PCK)的核心内涵辨析 [J]. 西南大学学报(社会科学版),2012, 38 (01): 26-31.

所特有的学科教学理论与实践知识的总和，是教师专业成长的根本素质^①。

3. 教师 PCK 的要素研究

随着对 PCK 概念的深入研究，PCK 要素也随之产生。

舒尔曼在 1986 年提出 PCK 时，对学科知识和主题学科知识、学科教学知识和课程知识进行了区分，认为 PCK 是由学科知识转化而来的^②；但在 1987 年，在对 PCK 的概念进一步完善后，舒尔曼指出 PCK 是与学科知识、一般教学法知识、课程知识、学生知识、情境知识以及教育目标、目的和价值的知识并列的教师七大教师知识基础之一^③。随后，学者们逐渐意识到 PCK 是各个要素的融合，并以此为基础，对不同学科的教师 PCK 进行了深入的研究。

1991 年，塔米尔（Tamir）针对理科教师，提出了教师 PCK 四要素模型。他指出在理科课程中存在四种 PCK 要素，分别是：学生知识（学生对主题课程概念的学习和学习时产生的错误认识以及如何判断学生学习主题课程是否困难）；课程知识（掌握主题课程涉及到的重要概念以及在课程中如何开展实验）；教学知识（实验课的重点教学环节以及对使用实验仪器的指导）；评价知识（对理科课程进行评价的知识以及对在学习过程中操作实验的过程性评价）^④。

1993 年，科克伦等人认为舒曼的 PCK 过于静态，从建构主义学习理论的角度出发，洞悉了知识学习的动态过程，提出了动态的 PCK，是对 PCK 理论的重大发展。动态 PCK 包含学科知识、学生认识知识、课程教学法知识、情境创设知识四要素，更加关注学生与情境的建构，因此学生认识知识和情境创设知识是动态 PCK 最重要的部分^⑤。科克伦的动态 PCK 理论更加突出教学知识的动态性，认为知识是动态建构的，教师 PCK 的形成是一个动态的、建构的、不断创造和更新的过程^⑥。教师的教学策略应该是建立在对学生的学习情景的掌握和学生知识水平的认知基础上建立起来的，促进学生在特定的情境中学习^⑦。

1994 年，马格努森（Magnusson）提出理科教师 PCK 五要素模型。马格努森以

^① 张茂林. 教师专业成长与 PCK 的互动研究 [J]. 教育研究与实验, 2016, (04): 40-44.

^② Shulman S L. Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching [J]. Journal of Education, 2013, 193 (3): 1-11.

^③ Shulman S L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform [J]. Harvard educational review, 1987, 57(1): 1-23.

^④ Tamir P. Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education [J]. Teaching and teacher education, 1988, 4(2): 99-110.

^⑤ Cochran K F, DeRuiter J A, King R A. Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation [J]. Journal of teacher Education, 1993, 44(4): 263-272.

^⑥ 罗秀玲. PCKg 理论及其对化学师范生教育教学的启示 [J]. 化学教育, 2014, 35 (01): 51-53.

^⑦ 孙冰. 基于 PCKg 理论的高师小提琴普修课教学的研究 [D]. 长春: 东北师范大学, 2015.

理科学科为基础,提出理科教师 PCK 五要素,包括理科教学定位(教师对特定的理科课程的教学目标的认识);对理科课程的认识(教师对理科课程和理科课程中的特定领域的认识);关于学生对理科课程理解的认识(学生的学习需求和学生在哪些领域学习困难);教学策略的知识(理科课程特定教学策略和理科特定主题教学策略)以及理科课程评价知识(教师对学生学习理科课程的特定内容所要具备的重要的评估知识)^①。

2008 年,帕克(Park)和奥利弗(Oliver)提出了理科教师 PCK 五要素模型。首先,他们依据马格努森的研究,首次提出了理科教师 PCK 六要素:理科教学目标知识、理科学生的认识知识、理科课程知识、理科教学策略知识、理科学习评价知识、教师效能。而在之后的研究中,帕克和奥利弗发现教师效能要素在教师 PCK 中并不十分显著,因此将其调整为 PCK 五要素模型,最终确定为:理科教学目标知识、理科课程定位、理科学生的认识知识、理科教学方法知识、理科课程评价知识^②。

2013 年,马夫汉加(Mavhunga)和罗尔尼克(Rollnick)提出特定主题 PCK (TS-PCK)五要素模型,包括学生的先验知识、课程显著性、难以理解的因素是什么、表征和概念教学策略。这个模型将 PCK 视为教师在特定主题学科领域的知识,通过五要素的构成分析教师对特定主题的转化能力^③。

4. 教师 PCK 测评工具研究

(1) 洛克伦(Loughran)团队开发的 CoRe 工具

洛克伦(Loughran)团队通过对经验型教师 PCK 的深入研究,在 2004 年开发了知识内容表述(Content Representation,简称 CoRe)和教学专业经验(pedagogical and professional- experience repertoire,简称 PaP-eRs)两种教师 PCK 测评工具。

^① Magnusson S, Krajcik J, Borko H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching[M]. Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education. Dordrecht: Springer Netherlands, 1999: 95-132.

^② Park S, Oliver J S. National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate teachers' PCK development[J]. Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 2008, 45(7): 812-834.

^③ Mavhunga E, Rollnick M. Improving PCK of chemical equilibrium in pre-service teachers[J]. African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 2013, 17(1-2): 113-125.

表 0-1 洛克伦 (Loughran) 团队开发的 CoRe 工具

CoRe 适用的年级水平:	重要的科学概念			
内容范围:	(idea)			
	Big Idea 1	Big Idea 2	Big Idea 3	Big Idea 4
①您准备教给学生关于这个课程的什么内容				
②为什么学生学习这一课程内容很重要				
③您还了解关于这个课程的什么内容 (而这些您不准备教给学生)				
④您认为在教这个课程的过程中什么较为困难				
⑤学生的哪些思维影响您教这个课程				
⑥还有其他哪些因素影响您教这个课程				
⑦您在教授这个课程的过程是怎么样的 (为什么用这样的方法教这个课程)				
⑧通过什么样的方式确定学生对这个课程是理解, 还是困惑 (包括学生可能的作答)				

洛克伦团队开发的 CoRe 测评工具分为左右两个部分, 左边主要是围绕教师 PCK 对教师提出的 8 个问题, 教师针对这 8 个问题进行解答, 右边表示的是学生在学习该课程时所掌握的大概念。开发的 PaP-eRs 工具通过具体的表现方法将教师在主题课堂教学中所进行的教学过程展现出来, 表现方法包括教学设计、教学日志等。CoRe 和 PaP-eRs 的主要作用在于可以表达和记录教师关于特定主题的 PCK^①。

(2) 帕克 (Park) 团队开发的 Park 工具

帕克 (Park) 团队通过对教师的观察和访谈, 对教师 PCK 进行更加全面、直观地测评, 并制定了 PCK 量规分析表 (PCK Rubric)。该量表包含了教师 PCK 的“学生认知知识、教学策略和教学表征知识”两要素及其 9 个观测点, 每个观测点的水平

^① Loughran J, Mulhall P, Berry A. In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2004, 41(4):370-391.

分为有限的、基础的、熟练的、精通的，每个水平为 1—4 分。研究人员根据教师每个观测点的得分计算其总成绩，并根据总成绩将教师 PCK 划分为有限、基础、熟练、精通四个水平，分别对应 1—9 分、10—18 分、19—27 分、28—36 分^①。

(3) TEDS-M 开发的 MPCK 测评工具

国际教育成就评价协会（IEA）为了调查各国中小学数学师资培养情况，从而发起并组织了“数学教师教育与发展”（TEDS-M）。TEDS-M 开发的 MPCK 测评工具，其测评框架最初包含三个要素：数学课程知识、数学教学计划知识以及数学教学实施知识，每个要素包括若干个观测点。测评工具以此框架为基础，设计了 500 道试题，并覆盖小学和中学两个阶段的小学数学教师。该测评工具的开发既考虑了他们对 MPCK 认知和描述的能力，又考虑了如何通过试题激发未来教师参与 TEDS-M 研究的动机^②。

(4) 埃里克森（Erickson）学院开发的 PCK 测评工具

美国芝加哥埃里克森学院在 2011 年针对教师 PCK 开发了一套测评工具，认为 PCK 主要是由三要素构成：课程知识、学生认识知识和教学方法的知识，整个测评工具由三要素和九个观测点构成（见表 0-2）^③。

表 0-2 埃里克森学院开发的 PCK 测评问卷

PCK 的构成要素	涉及的教师能力	所涉及的问题
课程知识	1. 教师对核心概念的认识；	1. 教师在本次课程中传授给学生哪些核心概念？
	2. 教师对各个核心概念之间的联系的认识；	2. 本次课程还包括哪些其他概念？
	3. 教师对学科知识的发展顺序的认识；	3. 学生在参与本次课程时，应具有哪些预备知识？

^① Park S, Jang J Y, Chen Y C, et al. Is pedagogical content knowledge (PCK) necessary for reformed science teaching?: Evidence from an empirical study[J]. Research in Science Education, 2011, 41: 245-260.

^② 鲍银霞. TEDS-M 对数学教学知识评价工具的研制及启示[J]. 课程教学研究, 2013(3): 28-32. 50.

^③ 汤杰英, 周兢. 测评教师学科教学知识的工具开发——基于对美国埃里克森学院所开发工具的介绍和验证[J]. 教育科学, 2013, 29(05): 86-90.

续表 0-2 埃里克森学院开发的 PCK 测评问卷

PCK 的构成要素	涉及的教师能力	所涉及的问题
学生认识知识	1. 教师对学生所学核心概念的认识能力能否准确地判断;	1. 通过观看教学视频, 学生是否理解该课程所教授的核心概念? 请结合学生的具体行为进行论述。
	2. 教师为后续教学安排课程的能力;	2. 如果您是授课教师, 针对同样的概念, 接下来您会怎么教? 为什么?
	3. 教师在教授各类概念的过程中, 能否对学生可能产生的困惑进行预测;	3. 学生在学习的过程中, 会对这些核心概念产生哪些困惑?
教学方法的 知识	1. 教师在教学的过程中能否意识到教学策略对学习的有效性;	1. 视频中的教师如何通过语言和行为促进学生对所学知识的认识? 这些教学策略的使用效果显著吗? 请说出理由。
	2. 教师是否能够针对学习能力较差的学生, 对课程和教学策略进行调整;	2. 教师如何调整教学活动从而满足学习能力较差的学生?
	3. 教师是否能够针对学习能力较强的学生, 对课程和教学策略进行调整;	3. 教师如何调整教学活动从而满足学习能力较强的学生?

该项目所开发的测评工具包括教学视频、以教学视频为基础的教师 PCK 调查问卷以及评分标准。教学视频的选择以特定主题为主; 调查问卷由 9 个问题和 9 个观测点组成; 埃里克森学院专门制定了评分手册, 分别从水平和分值两方面入手进行评分^①。

^① 汤杰英, 周兢. 测评教师学科教学知识的工具开发—基于对美国埃里克森学院所开发工具的介绍和验证[J]. 教育科学, 2013, 29(05): 86-90.

（5）Aydeniz 团队开发的 STSPCK 测评工具

Aydeniz 团队开发了一套针对职前科学教师 PCK 的测评工具。该研究提出教师 PCK 包含课程、教学和评价三个要素，每个要素约有 7—14 个观测点，每个观测点表示一种状态，教师根据状态从而作出案例和评论。为了对教师作出的案例和评论进行评定，Aydeniz 团队将教师的作答划分为 1—5 个等级，赋予 1-5 的分数，之后对教师每一要素的分数进行累计并平均，总分为 15 分^①。

5. 小结

在对教师 PCK 的概念进行论述的过程中，国内外学者们并没有产生一致的概念，基本都是在舒曼定义的基础上，对其进行了扩充。而在对教师 PCK 的要素进行研究时可以看出，国外研究基本上也是在舒曼提出的要素理论的基础上进行了补充说明。在对教师 PCK 测评工具的研究上，基本上都以国外的测评工具为主，国内在 PCK 要素和测评工具的开发这一方面研究内容较少，对小学科学教师 PCK 的测评也相对匮乏。基于此，本研究借鉴国际典型的测评工具，开发适合国内的小学科学教师 PCK 测评工具，并对小学科学教师 PCK 水平进行测评。

（二）创新素养的有关研究

通过对有关创新素养的文献进行研究时发现，创新和创造力是两个重要的概念。虽然对两者进行深入研究时可以发现，创新和创造力之间有一定的区别，但很多学者认为，应该将创新和创造力视为同义词，两者的实质都是主体对已有的知识经验高度概括的基础上，产生新颖的、有意义、有价值的智力品质^②。同时，在实际的教学和培养中，也并没有对二者进行严格区分，因此本研究也对这两者进行统一论述。

1. 国外关于创新素养概念的已有研究

20 世纪 50 年代，吉尔福特（Guilford）发表了一篇名为《创造力》的文章，创造力研究从此拉开序幕。吉尔福特认为，创造性人物特征可以通过创造力呈现出来，个体是否具备创造性行为，主要取决于创造性能力^③。吉尔福特这一文章的发表为创造力研究的发展奠定了基础。

20 世纪 80 年代初，托兰斯（Torrance）提出，创造力的产生，最开始是由于一系列的问题、不和谐因素等，在解决问题的过程中，进行预测和假设，之后通过开展

^① Aydeniz M, Kirbulut Z D. Exploring challenges of assessing pre-service science teachers' pedagogical content knowledge (PCK)[J]. Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 2014, 42(2): 147-166.

^② 林崇德. 创新人才与教育创新研究[M]. 北京: 经济科学出版社, 2009, 2.

^③ 吉尔福特. 创造性才能——它们的性质、用途与培养(施良方等译)[M]. 北京: 人民教育出版社, 1991, 6.

相关研究对假设进行验证，最终得出结论。他将创造性思维划分为流畅性、灵动性、创新性、精密性^①。

自 20 世纪 80 年代中期以来，研究者们对创新创造的研究逐渐深入。阿玛贝尔（Amabile）认为，创造力是对具有开放性特征的问题做出新颖且恰当的反应，从而找到解决问题的答案^②。斯滕伯格（Sternberg）等人的创造力投资理论认为，创造力是一种利用个体所具有的智力、知识、思维方式等心理资源，对观念进行“低买高卖”的投资活动，从而取得巨大的成果^③。

到了 20 世纪 90 年代，研究人员对创造力的类型和水平进行了区分。贝尔（Baer）根据“新颖”仅仅是对个体心理而言还是对整个人类历史而言，对创造力类型——心理创造力（P—创造力）和历史创造力（H—创造力）进行了区分^④。奇克森特米海伊（Csikszentmihalyi）将具有创造力特征的人分为三类，分别为表达不同寻常想法的人、以新颖的或独特性的方式体验世界的人以及对文化产生重大影响的人^⑤。

之后，在 2009 年，考夫曼（Kaufman）和毕盖托（Beghetto）将创造力划分为四个方面：微 C（Mini-C）、小 C（Little-C）、专业 C（Professional-C）和大 C（Big-C）。其中，微 C 是指个体在学习过程中实现的创造性发展；小 C 是指个体在日常生活中表现出来的创造力；专业 C 是指在专业领域中表现出的创造力；大 C 是指杰出人才的非凡创造力。这四种创造力代表了创造力的不同水平和不同的发展阶段^⑥。

2. 国内关于创新素养概念的已有研究

2003 年，曹红旗、王桂亮提出，创新素养是指培养和发展个体的创新精神和创新能力，即学生在日常学习和生活中养成的创新精神和能力，通过教育、学习、活动、生活等提升自己的创新精神和能力^⑦。

2009 年，林崇德提出，创造力是指利用个体现有的知识，根据某种目的，创造出一定新颖、独创和有价值的产物的智力品质。其中，产物是以某种形式而存在的思

^① Torrance E P. The search for satori & creativity[M]. New York: Creative Education Foundation, Buffalo, 1979.

^② Amabile T M. The social psychology of creativity: A componential conceptualization[J]. Journal of personality and social psychology, 1983, 45(2): 357.

^③ 周冶金，谷传华. 创造心理学[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2015, 39.

^④ Baer J, Kaufman J C. Bridging generality and specificity: The amusement park theoretical (APT) model of creativity[J]. Roeper review, 2005, 27(3): 158-163.

^⑤ Csikszentmihalyi M. Flow and the psychology of discovery and invention[J]. HarperPerennial, New York, 1997, 39: 1-16.

^⑥ Kaufman J C, Beghetto R A. Beyond big and little: The four c model of creativity[J]. Review of general psychology, 2009, 13(1): 1-12.

^⑦ 曹红旗, 王桂亮. 创新素养与课程开发 [J]. 教育研究, 2003, (09): 80-84.

想成果，它的形式是一种新颖的概念、新的设想、新的工艺等。创新或者创造力，其实质就是人们以自身的知识经验和思维材料作为基础进行高度的概括总结之后进行的新的组合，并通过分析找到新奇的结合点。林崇德认为，创造性是否突出，与个体的思维概括性、知识系统性、迁移性、注意力等密切相关^①。

2017年，师保国等人认为，创新素养是一个逐渐发展的过程，是学生为适应终身学习和社会化发展的要求所必须具备的创新品质和创新能力，是学生核心素养的“核心”成分之一，从学校教育的角度而言，创新素养是可教、可学的，是可以通过学校教育教学实践来实现的^②。

2018年，北京师范大学中国教育创新研究院与美国21世纪学习联盟（Partnership for 21st Century Learning，以下简称“P21”）合作，在P21提出的21世纪核心素养4C模型（批判性思维、创新、沟通、合作）的基础上，建立了21世纪5C模型，分别是：文化理解与传承素养（Cultural Competence）、批判性思维（Critical Thinking）、创新素养（Creativity）、沟通素养（Communication）、合作素养（Collaboration）^③。其中，创新素养是5C模型的重要维度。因此，学术界也越来越重视创新素养的重要性，对其逐渐展开更加深入的研究。

2020年，甘秋玲结合前人对创新素养的研究，基于对创新或创造力的“新颖”和“有价值”的关注，从“素养”的角度分析创新或创造力的内涵，认为具有创新素养的个体能够提出新颖且有价值的想法^④。

2021年，黄思林等人通过以往对创新素养概念的研究，认为创新素养主要是指在实际生活、解决问题等方面所形成的实践能力、创新意识和行为表现，是创新人才的核心素质与集中表现^⑤。

2023年，王蕊等人提出创新素养是指个人不仅具备潜在的创造力，能够善于吸收、处理和创造信息，进行自主的开拓和创新，而且还具备合作精神、处理人际关系和组织协调能力等参与或带领团队进行创新的能力^⑥。

^① 林崇德. 创新人才与教育创新研究[M]. 北京: 经济科学出版社, 2009, 25.

^② 师保国, 高云峰, 马玉赫. STEAM教育对学生创新素养的影响及其实施策略[J]. 中国电化教育, 2017, (04): 75-79.

^③ 魏锐, 刘坚, 白新文等. “21世纪核心素养5C模型”研究设计[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2020, 38(02): 20-28.

^④ 甘秋玲, 白新文, 刘坚, 魏锐, 马利红, 徐冠兴, 刘妍, 康翠萍. 创新素养: 21世纪核心素养5C模型之三[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2020, 38(02): 57-70.

^⑤ 黄四林, 张叶, 莫雷等. 核心素养框架下创新素养的关键指标[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2021, (02): 27-36.

^⑥ 王蕊, 王捷, 楚天舒. 中国学生创新素养的相关因素及政策建议——基于大数据分析模型的实证研究[J]. 全球教育展望, 2023, 52(09): 3-21.

3. 国外关于创新素养的结构框架研究

吉尔福特提出了智力三维结构模型,认为智力是由内容、产品和运演组成的三维空间结构。并基于这一智力结构模型,逐渐得出构成创造力的两种指标,即创造性人格和创造性思维。创造性人格是指个体所呈现出的行为特征,创造性思维是指个体在行动的过程中所体现的思维特征^①。

阿玛贝尔认为,创造力主要是通过创造力的相关技能(creativity relevant processes)、领域相关技能(domain relevant skills)和内在任务动机(intrinsic task motivation)的相互影响所产生的。创造力相关技能是指在各个领域都会发挥作用的启发式思维;领域相关技能是指在某一领域发挥作用的基础知识和技能;内在任务动机是指在某一领域发挥作用的爱好或观点。同时,创造力的产生还会受到社会环境的影响,社会环境通过内在任务动机间接影响创造力的发展。这四个要素都有助于创新实践的发展^②。

斯滕伯格提出了创造力的三维模型。第一维是指创造力的智力;第二维是指创造力的智力风格,包括管理功能和心理自我管理的形式、水平、范围和倾向;第三维是指创造力的人格。此外,斯滕伯格还提出,创造力是由六种独立而有关联的要素组成,分别是智力、知识、思维方式、动机、人格和环境^③。

罗德斯(Rhodes)以前人对创造力概念的相关研究为基础,提出了创造力4P模型,分别是指个人(person)、过程(process)、环境(press)、产品(product)。罗德斯用4P模型对影响创造力产生的四个因素进行了系统的论述,并指出“个人”和“过程”与创造力之间存在紧密的联系。“个人”强调以个体的性格特征为基础,注重创造性人格的生成;“过程”是以个体的思维过程为基础,注重创造性思维的生成^④。罗德斯4P模型的提出,使创造力的研究打开了新的篇章。

4. 国内关于创新素养的结构框架研究

胡卫平提出了青少年科学创造力的结构模型。该模型包括创造过程、创造品质和创造产品。创造过程包括想象和思维;创造品质包括流畅性、灵活性和独创性;创造产品包括技术产品、科学知识、科学现象和科学问题^⑤。

^① 吉尔福特.创造性才能——它们的性质、用途与培养(施良方等译)[M].北京:人民教育出版社,1991,38-47.

^② Amabile T M. The social psychology of creativity: A componential conceptualization[J]. Journal of personality and social psychology, 1983, 45(2): 357.

^③ 胡卫平.青少年科学创造力的发展与培养[M].北京:北京师范大学出版社,2003,5.

^④ Rhodes M. An analysis of creativity[J]. The Phi delta kappan, 1961, 42(7): 305-310.

^⑤ 胡卫平.青少年科学创造力的发展与培养[M].北京:北京师范大学出版社,2003,43.

林崇德提出,创造性心理发展的过程受内在因素和外在因素共同影响。其中,内在因素是指创造性的心理结构,外在因素是指创造性的环境。创造性心理结构是指创造性人才受创造性人格和创造性思维的共同作用,从而实现创造性过程、产品和个体的结合^①。

方飞对中小学创新素养的构成进行了论述,包括创新精神、创新教育观、创新的课堂教学策略三要素构成。其中创新精神是由兴趣、动机、情绪等非智力因素构成;创新教育观是指在教学实践中形成的新的教育观,并以新的教育观为基础,改造现有的教育实践;创新的课堂教学策略是实施创新教育、培养创新人才的关键,通过情感、环境、方法和知识等教学策略的创新,发展创新的课堂教学策略^②。

师保国对于教师创新素养的构成进行了阐述,他基于 KSA_s 模型提出教师的创新素养应是由教师的创新知识、教师的创新技能、教师的创新态度三要素构成。其中教师的创新知识是指教师在进行创新活动时应该具备的知识;教师的创新技能是指教师在已有经验和知识的基础上,所产生的新颖的具有创新性的教学能力;教师的创新态度是指教师在进行教学创新的过程中所表现出来的品质^③。

甘秋玲将创新素养的已有研究分为五个维度,分别为创造性过程、创造性过程发生的内部条件支持、创造性过程的内部影响因素、创造性过程的特征品质和创造性产品。根据这五个创造性维度的研究思路,将创新素养分为创新思维、创新人格和创新实践三个要素。创新思维以感知、记忆、思维等能力为基础,是一种具有探索性、求新性和全面性特征的思维活动。创新思维是发散思维、辐合思维和重组思维三者有机统一的产物。创新人格是指个体求知欲强、勇于挑战新事物和冒险、独立自信等特点。创新人格对主体的创造性活动具有驱动和调控作用。创新实践以创新思维为基础,是指个体参与能够产生新颖且有价值的创造性活动。创新实践包括明确目标或表征问题;搜集信息或资源;实施操作等^④。

尹逊朋阐述了山东省青岛第三十九中学所提出的四大创新素养的要素,这四种要素是致力于指向高中生核心素养培育的教育教学改革。分别为:创新精神、创新意识、创新思维和实践能力。针对这四要素之间的关系,尹逊朋制作了一个创新素养四要素

^① 林崇德.创造性心理学[M].北京:北京师范大学出版集团,2018,187.

^② 方飞,朱宏芳,刘建才.论中小学教师创新素养的构成[J].江西教育科研,2007(12):65-66.

^③ 师保国.教师的创新素养:意义、内涵及其提升[J].人民教育,2018,(Z2):23-27.

^④ 甘秋玲,白新文,刘坚,魏锐,马利红,徐冠兴,刘妍,康翠萍.创新素养:21 世纪核心素养 5C 模型之三[J].华东师范大学学报(教育科学版),2020,38(02):57-70.

关系模式图（见图 0-2）^①。其中，实践是创新素养的基础，创新素养是实践当中进行培养，创新意识和创新思维的形成共同促进创新精神的发展。

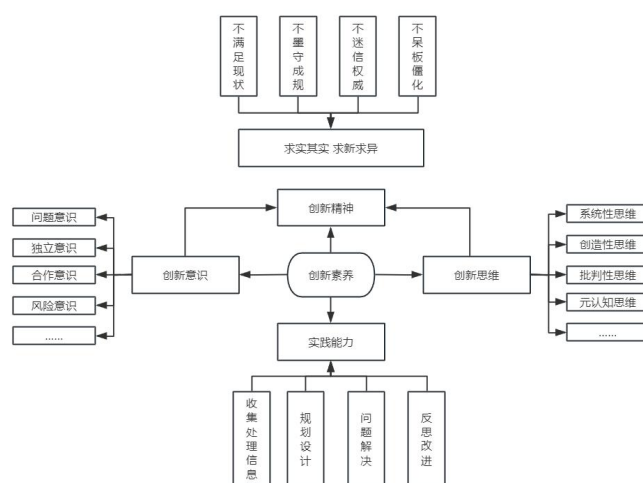


图 0-2 创新素养四要素关系模式图

王蕊结合以往的研究分析，将创新素养分成五个维度：第一个维度是创新能力，创新能力是创新素养的核心能力；第二个维度是问题解决能力，是指在解决日常生活中的问题时，可能会遇到新的问题，作为新的挑战，开始创造的过程。第三个维度是意志力，具体是指耐受挫折的能力，即在创造、创新的过程中，常常需要面对各种困难和挑战，需要具备百折不挠的毅力；第四个维度是沟通交流能力，即团队创新非常强调成员之间相互沟通和交流，在协作互助中促进目标的创新；第五个维度是分享意识，具备合作与分享意识是团队创新中必不可少的素质^②。

5. 小结

通过对文献的梳理发现，国外对于创新素养相关方面的研究起步较早，重视程度较高，文献资料丰富。在创新素养的概念方面，从 20 世纪 50 年代，就有对创造力相关概念的论述。之后国内的学者也逐渐发现创新的重要性，国内外学者分别从类型、等级和层次等几个方面对创造力的概念进行了论述，并随之提出创造力的结构框架，丰富创新素养的理论体系。

^① 尹逊朋.指向创新素养培育的普通高中项目式教学实践与研究[J].中国教育学报,2022(04):96-100.

^② 王蕊,王捷,楚天舒. 中国学生创新素养的相关因素及政策建议——基于大数据分析模型的实证研究 [J]. 全球教育展望, 2023, 52 (09): 3-21.

三、研究设计

（一）研究内容

1. 构建基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架

本部分主要是通过测评框架的构建,分析和确定测评的要素及其观测点。以科克伦提出的 PCK 四要素为基础,初步确定基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评要素,之后通过归纳大量文献并结合小学科学课标中创新素养的相关内容,确立基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素观测点,从而初步构建了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架。最后通过咨询相关专家对其进行修订,最终确立测评框架。

2. 开发基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具

这一部分以测评框架为基础,参考洛克伦团队提出的 CoRe 工具,并聚焦技术与工程领域,开发了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具。测评工具由测评问卷和评分标准两部分组成,其中测评问卷包括教师个人信息、相关概念界定、教师设计、调查问卷四部分,评分标准参考了美国密歇根州立大学教师教育学院开发的基于学习进阶的教师 PCK 测评工具,将教师 PCK 的四要素划分为四个水平,并结合后续被试教师的作答情况制定具体的赋分标准。之后针对开发的测评工具,通过咨询相关专家以及试测对测评工具进行修正。

3. 实测基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具

这一部分主要使用开发的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具进行实测。通过大规模实测,再一次对测评工具进行质量检验,判断测评工具的可靠性。基于 Rasch 模型,运用 Winsteps3.66.0 软件对测评工具进行检验,使测评工具更加科学、合理。

4. 讨论与分析基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评结果

这一部分主要是围绕实测后的原始数据,运用 SPSS27.0 和 Winsteps3.66.0 软件,对测评结果进行整体分析、各要素、各观测点分析以及不同群体的分析,并结合分析结果对以技术与工程领域为例的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 进行讨论,提出相应的发展建议。

（二）研究思路

根据研究内容,本篇论文的研究思路如图 0-3 所示。

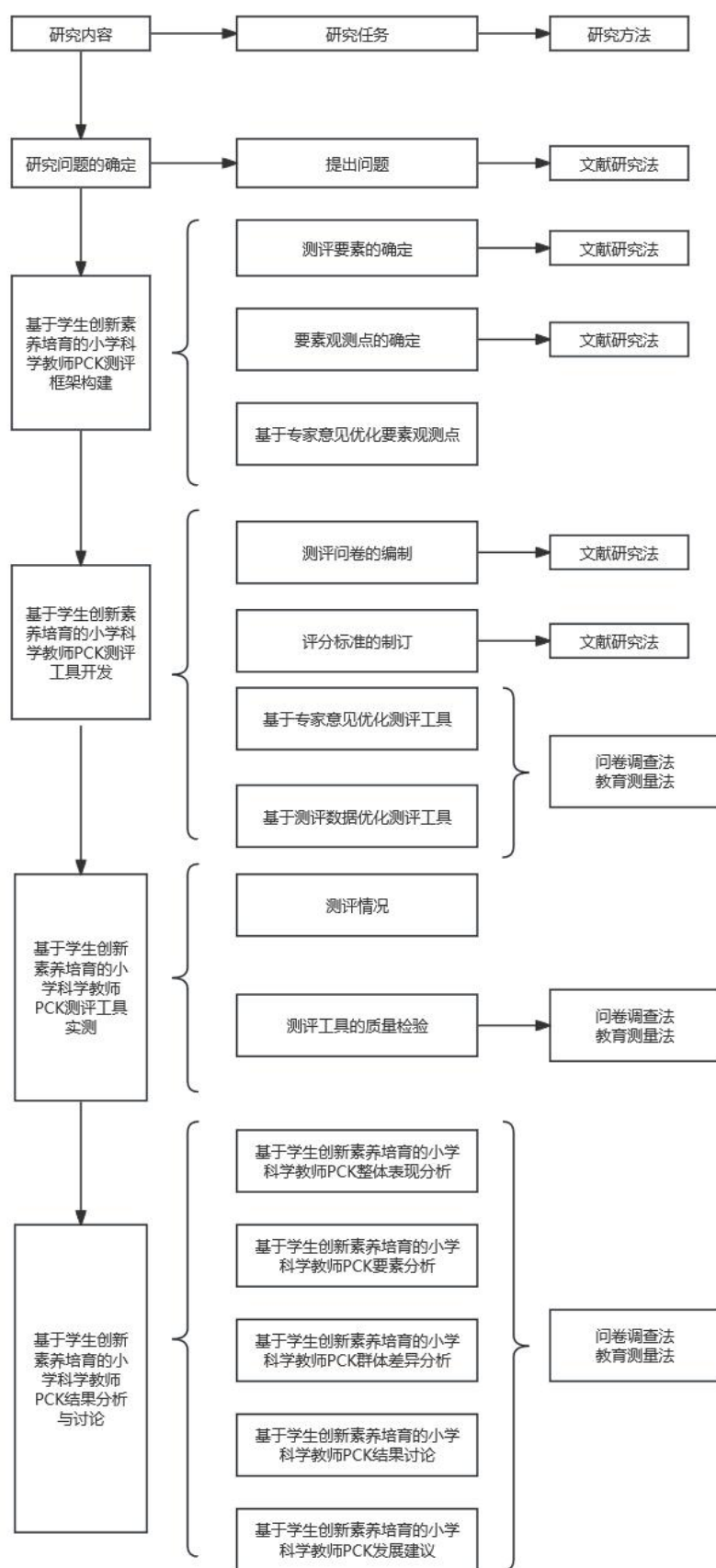


图 0-3 研究思路图

（三）研究方法

本研究采用的研究方法主要有以下几种：

1. 文献研究法

文献研究法是指对文献进行查询、分析、整理等并试图在其中找出共同点进行归纳和总结，得出其本质的一种研究方法。本研究采用文献研究法搜集了国内外关于创新素养、教师 PCK 的相关文献，这些文献资料包括创新素养、教师 PCK 研究者的有关专著、学位论文、期刊论文等，并在这些文献的基础上，用归纳的方法对文献进行分析，提出要素、框架、测评工具等相关内容。

2. 问卷调查法

问卷调查法是指研究者统一发放调查问卷，通过收集有效的信息从而进行整理分析的方法。本研究采用问卷调查法进行测评工具的试测和实测，将测评工具发放给各个被试教师，收集各个被试教师的作答，通过被试教师作答后的原始数据分析测评工具的质量以及基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 现状。

3. 教育测量法

教育测量法是通过标准化测验对被试进行测量的方法。本研究围绕某地区的小学科学教师，将本研究开发的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具不断进行测试，并运用 SPSS27.0 和 Winsteps3.66.0 对测评工具进行了信效度分析、质量检验和修正，以保证测评工具的合理性和科学性。

四、相关核心概念界定

（一）创新素养

结合前文对已有的“创新素养”概念的研究成果分析，笔者认为，创新素养主要是指主体在日常生活经验，以及解决问题的过程中产生的新颖的、有价值的成果，是对个人能力、创造力发展的一种表现方式，其中包括创新人格、创新思维和创新实践三个要素。本研究重点关注基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK，因此更多是聚集在考夫曼的微 C 和小 C 层次，即测评教师在进行科学课程教学时是否有意识地培养学生的创造性发展和创造力。

（二）技术与工程

技术与工程与我们的生活息息相关，当前人类的每一项活动都或多或少与技术与工程有关。在《义务教育小学科学课程标准解读》中指出，工程与技术作为人类最基

本的实践活动之一，是科学知识转化成物质力量的重要体现^①。

对于技术的概念界定，在《现代汉语辞海》中提出，技术是指有关生产劳动的经验和知识，也泛指操作方面的技巧^②。《辞海》将技术定义为各类技艺操作方法和技能是建立在生产实际经验和自然科学原理的基础之上的，它还包括相关的生产工具、其他装备、生产的工业流程等。在《义务教育科学课程标准（2022年版）》中提出由于人类在与自然界打交道的过程中，为了适应自然、改善生存环境而产生了技术^③。综上所述，技术是指当人类在日常生活和改造自然的活动中面临问题时，应用科学知识解决问题的方式方法，并在这个过程中进行一定程度上的进步和创新。

工程在《现代汉语辞海》中的定义是指土木建筑或其他生产、制造部门用相对大型、复杂的机械开展工作^④。《辞海》提出工程是将自然科学的原理运用到实际中去而形成的各学科的总称，也指基本建设项目。在《义务教育科学课程标准（2022年版）》提出工程是指人类对已有的物质材料和生活环境加以系统地开发、生产、加工、建造，以满足人们的需求，就产生了工程^⑤。综上所述，工程是指结合科学知识，通过设计、建造、开发等方法将自然科学、人类经验等运用到实践当中，以满足人类的需要。

可以看出，技术与工程两者之间互相作用、相互影响，共同促进社会进步和发展。

（三）小学科学教师

小学科学教师主要是指从事小学阶段科学教育的专业人员，是提高学生科学素养的重要支柱^⑥。本研究中的小学科学教师是指工作在小学科学教学的第一线，从事小学科学教学工作的专职或兼职的科学教师。鉴于小学科学课程内容的广泛性，因此小学科学教师需要具备扎实且广博的专业知识，才能有效地培养学生的创新素养。

此外，实验与探究是小学科学课程的重要组成部分，因此小学科学教师应掌握实验仪器知识，从而在教学过程中顺利开展实验教学活动。小学科学教师具备相应的专业素养，保持对学生和科学课程的热爱，才能更有效地开展科学教学活动，更好地进行小学科学教育，促进学生科学素养的发展。

^① 教育部基础教育课程教材专家工作委员会.义务教育小学科学课程标准解读[M].北京:高等教育出版社,2017,124.

^② 现代汉语辞海委员会.现代汉语辞海[M].北京:中国书籍出版社,2003,485.

^③ 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.

^④ 现代汉语辞海委员会.现代汉语辞海[M].北京:中国书籍出版社,2003,347.

^⑤ 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.

^⑥ 许晓雪.小学科学教育课程实施中的教师专业发展研究[D].哈尔滨:哈尔滨师范大学,2012.

（四）学科教学知识

对于“学科教学知识”（Pedagogical Content Knowledge 简称 PCK）这一概念的界定，本文在前面的文献综述已经做了详尽的阐释，因此结合前人的研究成果，笔者在本研究中将学科教学知识定义为教师在进行某一课程讲授时，通过整合学科知识、教学经验等的基础上，将其有效地转化、组织成学生容易理解的知识，是对学科知识、学生认识知识、课程教学法知识、情境创设知识四要素的有效整合。

五、理论基础

（一）项目反应理论

1. 理论概述

项目反应理论（Item Response Theory，简称 IRT）也称为潜在特质理论，是一种被广泛应用于心理和教育测量的理论。在 1952 年，美国测量专家洛德在他的博士论文中首次提出项目反应理论，项目反应理论通过估算被试潜在特质的得分，根据分数的高低预测和解释被试对于项目或测验的反应^①。

（1）单维性假设

单维性假设是指在测量的过程中仅能对被试的一种潜在特质进行测试，比如知识、能力、人格等。但在实际应用的过程中，任何测验都不会是单维的，因为被试对测验项目的反应因素除了受测量的特质能力影响之外，还会受到被试的认知、个性等方面的因素影响，因此在 IRT 的测验中，它所要求的单维性假设是指在所有影响被试反应的因素中仅有一个因素占据主导地位，并且该因素就是所要测量的特质能力^②。

（2）局部独立性假设

局部独立性假设指相同的能力或特质上的被试对不同测验的反应在统计上是独立的，即被试对一个测验项目的反应与其他测验项目反应无关。用统计术语就是指，对具有相同特质水平的被试，测验中的各项目是不相关的^③。

（3）非限时性假设

非限时性假设是指 IRT 规定测验需在无时间限制的情况下完成。此时，如果被试对测验项目没有作出任何反应，则可以认为是被试的水平不足，因而将该项目视为错误答案。非限时性假设是单维性假设的一个自然的推理，当非限时性假设不成立时，

^① 金瑜.心理测量[M].上海:华东师范大学出版社,2001,219.

^② 许祖慰.项目反应理论及其在测验中的应用[M].上海:华东师范大学出版社,1992,23-24.

^③ 金瑜.心理测量[M].上海:华东师范大学出版社,2001,220.

就会影响测验的单维性假设。因为缺少准确指标对单维性假设进行评价,因此IRT测验在使用的过程中,不仅要考虑单维性假设,还要考虑非限时性假设,需要从各个角度排除打破测验单维性的可能^①。

1. 对本研究的启示

本研究测评的小学科学教师PCK是一种潜在的变量,而项目反应理论正是对被试的潜在特质的估算,因此本研究利用项目反应理论中的Rasch模型,对所开发的测评工具进行质量检验。研究人员根据被试对测评工具的作答分数,根据分数的高低预测和解释被试对于项目或测验的反应。并结合作答分数对测评工具的单维性、局部独立性等进行检验,从而对测评工具的信效度、区分度等进行分析,使测评工具的开发更加科学、合理。

(二) 教师专业发展理论

1. 理论概述

美国学者福勒(F.Fuller)于1969年提出关注阶段论和职业生涯阶段论两大理论模式。福勒提出,应根据关注内容的不同,将教师由师范生到专业教师的成长过程分为任教前关注阶段、早期生存关注阶段、教学情境关注阶段和关注学生阶段^②。任教前关注阶段是指处于这一时期的师范生,仍然扮演着学生的角色,他们对教师角色的认知仅仅依靠想象进行,并没有教学经验,更多的是对自己的关注。早期生存关注阶段是指当教师初次从事教学工作时,他们更多的是将注意力集中在作为教师的自己的生存问题,所以他们在教学的过程中更关注对课堂的掌握以及是否得到学生的喜爱等,处于这一阶段的教师都有很大的压力。教学情境关注阶段是指处于这一时期的教师关注的是教学和如何完成教学任务,因此他们更关注自己的教学,而不是学生的学习。关注学生阶段是指在教学过程中,在亲身体验了教学经历时,开始把学生作为教学的中心,教学的重点更多是以学生为主^③。

之后,越来越多的学者和专家开始关注教师专业发展,教师专业发展理论为教师的发展提供了方向,同时也有助于教师根据自身的发展阶段和特点选择适合自身的活动。美国学者伯顿(P.Burden)根据与小学教师访谈的记录数据与资料,提出了教师发展的三个阶段论。第一是求生存阶段,处于这一阶段的教师由于刚进入教师的角色,

^① 许祖慰.项目反应理论及其在测验中的应用[M].上海:华东师范大学出版社,1992,29-30.

^② 杨振坦.加强教师队伍建设 实现教师教育体系化[N].福建日报,2018-07-16(009).

^③ 教育部师范教育司.教师专业化的理论与实践[M].北京:人民教育出版社,2003,68-69.

且没有实际的教学经验,因此对教学活动及环境都处于一个适应阶段,这一阶段的教师更加关注班级的经营、学科教学、教具使用等,目的是为了做好教学工作,但缺乏一定的自信心。第二是调整阶段,处于这一阶段的教师任教时间一般为2—4年,有了较为丰富的教学经验和教学知识,开始有意识地了解学生的复杂性,并为了迎合学生不同的需求从而寻求新的教学技巧。第三阶段是成熟阶段,处于这一阶段的教师任教时间一般为5年或者5年以上,教师们有了更为丰富的经验,对教学活动和教学环境都有了充分地了解,因此这一阶段的教师能够更加关注学生,更加关心师生之间的交流,并能在教学中逐渐获得专业见解,成熟地处理大多数可能发生的情况^①。

之后,学者利斯伍德(K.Leithwood)将教师专业发展划分为四个阶段,处于第一阶段的教师具有非常简单的世界观,坚持原则并相信权威;处于第二阶段的教师较为循规蹈矩;处于第三阶段的教师自我意识较为强烈,他们可以在教学活动中发现一些教学情境存在的可能性;第四阶段的教师比较有主见,会更加尊重课堂,同时能够对课堂中遇到的教学情境进行多方面的分析^②。

2. 对本研究的启示

教师专业化的核心问题就是发展他们的学科教学知识,学科教学知识影响教师的教学行为,从而影响教师的专业发展,同时,学科教学知识还会直接影响课堂教学质量,教师在课堂教学中通过构建自己的学科教学知识,将其内化为教师认识、评价等的教学活动框架,并以这种框架去解决教学中的问题,成为处理各种教学问题的方法^③。

随着《新课标》的提出,教师专业发展不再局限于教学能力、方法、手段等方面,还需要通过对学科内容知识的学习,形成对核心概念、规律、原理等的理解以及能力、态度的获得,从而对学科形成更深层次的理解与认识,构建学科核心素养。

^① 张维仪.教师教育-改革与发展热点问题透视[M].南京:南京师范大学出版社,2000,315.

^② 教育部师范教育司.教师专业化的理论与实践[M].北京:人民教育出版社,2003,69-70.

^③ 袁维新.学科教学知识:一个教师专业发展的新视角[J].外国教育研究,2005(03):10-14.

第一章 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架构建

本章通过对国内外创新素养和教师 PCK 进行文献研究的基础上,构建基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架。本研究首先从已有的教师 PCK 理论研究出发,初步确定小学科学教师 PCK 要素及其观测点,之后通过咨询相关专家修正测评要素及观测点,最终确定基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架,用于指导开发基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具。

第一节 测评要素及观测点的初步确定

本节主要从已有的教师 PCK 理论研究出发,初步确定测评要素,并通过文献研究法,分析大量有关要素观测点的文献,并结合新课标中有关创新素养的相关内容,确定测评要素观测点。

一、测评要素的初步确定

本研究在确定基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评要素时,主要是以科克伦等人提出的教师 PCK 作为理论依据。

教师 PCK 是由舒曼在 1986 年提出的,舒曼认为教师 PCK 是教师所特有的学科内容和教学方法的特殊混合体,是教师自己对专业理解的特殊形式。科克伦等人在舒曼提出的教师 PCK 的基础上,从建构主义学习理论的角度出发,认为教学是一个动态的过程,教学知识是一个随着环境变化持续建构的过程^①。科克伦等人提出的教师 PCK 更加强调学生在教学过程中的主体性,并要求教师在教学的过程中重视学生在特定情境中对知识的建构,它主要是由学生认识知识、学科知识、课程教学法知识和情境创设知识四要素组成,相互之间是整合和转化的关系。

本研究参考科克伦等人提出的教师 PCK 四要素模型,构建了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评要素,详情如下:

(一) 学科知识

学科知识是指进行具体科学课程的教学时,教师所应该拥有的对于该课程的认

^① Cochran K F, DeRuiter J A, King R A. Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation[J]. Journal of teacher Education, 1993, 44(4): 263-272.

知。教师在进行该主题的教学时，要首先认识到这一主题的内容，从宏观层面去认识该主题的作用和特性等，包括该主题对学生学习的用处是什么、该主题有什么特点等。

（二）学生认识知识

学生认识知识主要是指学生作为教育教学环境中的主体，教师需要对学生有较为全面、系统地认识，教师对学生的状况掌握得越准确，就能越有效地开展教学。在进行科学课程教学时，教师需要思考学生是否具备学习所教内容的已有知识和经验，以及如何帮助学生将新知识的学习建立在已有知识的基础之上。只有这样，教师才可以真正发挥学生学习的主体性，促进教学的高效性。

（三）课程教学法知识

课程教学法知识是教师进行教学的基础和保障。教师有必要对如何教授学生课程知识进行深入的了解，在进行具体的主题教学时，教师需要考虑用什么样的方法能够将教学知识呈现出来，并巧妙地运用教具以不同的方式呈现。

（四）情境创设知识

情境创设知识具体是指教师在进行科学课程教学时，能够为学生创设的情境，在课堂教学中，没有情境的创设，只有知识，课堂是不完整的。教师可以通过情境的创设，使学生投入到课堂之中，从而更高效地学习科学知识。同时，通过情境的创设，学生能够提升解决实际问题的能力。因此在课堂教学中，教师需要认识到情境创设的重要性，并为学生创设适宜教学内容的情境，使学生能够通过真实的情境中学习，促进其科学素养的提高。

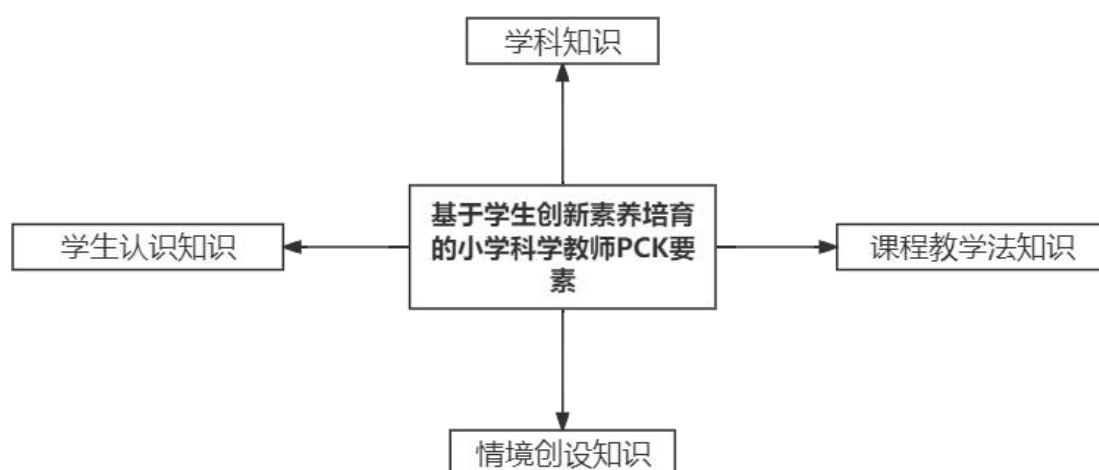


图 1-1 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素框架

二、观测点的初步确定

（一）观测点的确定过程

通过整理要素的观测点可以更为细致地了解小学科学教师在各个要素的表现情况,为了使各个要素的观测点更加科学、合理,本研究通过查阅国内外有关教师 PCK 的相关文献,归纳教师 PCK 要素观测点的相似性,从而确定出哪些观测点对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 四要素更为重要。主要分为以下几个步骤:

第一步,从中国知网、万方数据、维普咨询、Web of Science、Springer Link 等进行文献检索,以教师 PCK 为关键词,筛选出从具体学科层面出发且包含要素观测点的相关文献。最后,共检索到 12 篇文献,并对每篇文献进行编码。(其中,文献来源及其编码附在表 1-2 后)。

第二步,对每一类文献中提到的有关教师 PCK 要素的观测点进行汇总,12 篇文献中共有 37 个相关的观测点,对每一类观测点进行编码,如表 1-1 所示。

表 1-1 国内外文献中的观测点统计及编码

观测点	编码
将学科认识转化为学生易于理解的表达方式(教师对其学科认识、学生对于特定课题的理解以及课程认识的融合)	OP1
理论知识(重点讲授学科性质、特点和原则等内容)	OP2
实践知识(重点强调课堂用语、组织教学和课堂设计等内容)	OP3
整合学科知识和一般教学法知识而形成的方法论知识	OP4
能运用多元教学方法(游戏、实验、模型等)	OP5
所用教学方法能使学生对学科保持兴趣	OP6
能用熟悉例子、讲故事或类比等解释概念	OP7
能根据学生个别差异来调整教学进度	OP8
能提供适当练习让学生熟练掌握学习内容	OP9
能控制教学过程的流程、掌握课堂情况	OP10
能以适当方式纠正学生的错误概念	OP11
能提供资源让学生能继续研究相关主题	OP12
组织、教授和评估课程	OP13
与学生直接合作	OP14

续表 1-1 国内外文献中的观测点统计及编码

观测点	观测点编码
情境模式的解析与学生特点相统一	OP15
从建构主义出发，把握情境的创设，有效地融入课堂教学内容	OP16
在课堂教学中所积累的课堂情境知识及策略知识	OP17
能设定合适可行的课堂活动常规	OP18
主题过程知识的教学情境	OP19
教与学的过程中努力为学生创造互动、合作、协商、主动的学习氛围的经验性知识，让学生在轻松、愉快的环境中学习	OP20
教师对塑造教与学过程的社会政治、文化和物理环境背景等的认识	OP21
对学生在具体学习内容和学习任务中相关认知的了解	OP22
对学生易于理解的表征形式的了解	OP23
能了解学生的学习困难、错误概念及形成原因	OP24
能了解学生的学习起点、学习路径和水平要求	OP25
能了解学生认知发展的个体差异	OP26
对学生的气质特点	OP27
有针对性地帮助学生转变错误概念的方法	OP28
学生的理解，包括他们的能力和学习策略，年龄和发展水平，态度，动机，和先前的概念，他们正在学习的科目。	OP29
要研究不同类型主题知识的建构条件和建构过程	OP30
将复杂的学科内容知识转化为浅显易懂的知识	OP31
对所教授的学科内容知识有全面地理解和把握，还要有意了解其他学科相关领域的知识	OP32
对学科价值的认知	OP33
能陈述概念的重点、内涵	OP34
熟悉主题规律（知识）或理论发展历程	OP35
能解释主题对社会生产的影响	OP36
某一具体学科的概念、原则和技能，以及储存在学科教师头脑中的知识经验	OP37

第三步，将每篇文献中涉及到的观测点归纳到表格当中。归纳时，遵循原文献中

观测点所属的要素，并以英文缩写形式将各要素表示出来。比如课程教学法知识为 PK，情境创设知识为 MK，学生认识知识为 SK，学科知识为 CK，如表 1-2 所示。

表 1-2 国内外文献中学者对教师 PCK 观测点的分类

观测点编码	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12
OP1	PK								PK			
OP2				PK								
OP3				PK								
OP4					PK	PK						
OP5							PK					
OP6							PK					
OP7							PK				PK	
OP8							PK					
OP9							PK					
OP10							PK					
OP11							PK					
OP12							PK	PK				
OP13											PK	
OP14												PK
OP15				MK								
OP16		MK			MK							
OP17						MK						
OP18							MK				MK	
OP19								MK				
OP20									MK	MK	MK	
OP21			MK						MK			
OP22	SK					SK						
OP23						SK						
OP24	SK						SK					
OP25							SK					
OP26							SK					
OP27									SK			
OP28									SK			
OP29			SK	SK	SK	SK		SK	SK		SK	SK
OP30		CK							CK			
OP31				CK								
OP32	CK			CK		CK			CK			CK
OP33					CK				CK			
OP34							CK				CK	
OP35							CK	CK			CK	
OP36							CK					
OP37										CK		

L1: 陈益 (2018) ; L2: 王向东 (2014) ; L3: 罗秀玲(2014); L4: 姜勇 (2021) ; L5: 王晓丹 (2021) ; L6: 张瑞芳 (2015) ; L7: 陈允任 (2015) ; L8: 王向东 (2015) ; L9: 景生进 (2015); L10: 赵继光 (2017) ; L11: Sally (2016) ; L12: Cochran (1993) ;

第四步，选择属于具体主题层面且出现频率较高的观测点，确定为基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素观测点。

（二）观测点的内容

为了使观测点的内容与小学科学课标中创新素养的内容相结合,本研究以科克伦提出的教师 PCK 四要素模型为依据,在 12 篇文献中寻找教师 PCK 的观测点,并以具体学科为基础,筛选出小学科学教师 PCK 要素的观测点,之后结合小学科学课标中有关创新素养的知识,最终确定了 13 个观测点的具体内容。

1. 小学科学课标中创新素养的构成要素

在前文的核心概念部分中,对于创新素养的定义已经进行了论述。当前,在新发布的《义务教育科学课程(2022 年版)》中,明确指出要培养学生的创新思维,发展学生的创新能力,可以看出,小学科学课标与创新素养有着十分紧密的联系。本文以甘秋玲发布的《创新素养:21 世纪核心素养 5C 模型之一》中的创新素养三要素为理论依据,结合新发布的《义务教育科学课程(2022 年版)》,得出小学科学课标中创新素养的构成要素。

(1) 创新人格

对于创新人格的定义,前人已经有了较为充足的论述。林崇德认为创新人格是创造力的非智力因素,是一个人的个性特征在创造性活动中的表现^①。之后,费斯特也指出,创新人格具有一定程度的稳定性,通过创新人格可以观察到一个人日后在某一领域所能取得的创造性成果^②。

甘秋玲结合前人的观点指出,创新人格是一种与创造性相关的非智力因素,指个体所具有的好奇心、开放、冒险、自信等行为表现特质,能够对创新主体进行创新活动具有重要的驱动和调控作用^③。

而在《义务教育科学课程(2022 年版)》中有关创新人格的内容也有明确提出,在 1-2 年级,使学生能够在好奇心的驱使下,对现象表现出直觉兴趣,同时能够知道可以有依据地质疑别人的观点。在 3-4 年级,学生能够在好奇心的驱使下,乐于动手操作感兴趣的事物,并能有依据地质疑别人的观点,并愿意尝试运用不同思路和方法完成探究和实践。在 5-6 年级,学生能够在好奇心的驱使下,表现出对现象发生原因的因果兴趣,能够以事实为依据作出独立判断,善于有依据地质疑别人的观点,乐于尝试运用多种思路和方法完成探究和实践,具体内容如表 1-3 所示。

^① 林崇德.创造性心理学[M].北京:北京师范大学出版集团,2018,210.

^② 罗伯特·J·斯滕伯格.创造力手册(施建农等译)[M].北京:北京理工大学出版社,2005,238-244.

^③ 甘秋玲,白新文,刘坚等.创新素养:21 世纪核心素养 5C 模型之三[J].华东师范大学学报(教育科学版),2020,38(02):57-70.

表 1-3 小学科学课程标准中有关创新人格的具体内容

年级	小学科学课程标准中有关创新人格的具体内容
1-2 年级	学生能够在好奇心的驱使下，对现象表现出直觉兴趣，同时能够知道可以有依据地质疑别人的观点
3-4 年级	学生能够在好奇心的驱使下，乐于动手操作感兴趣的事物，并能有依据地质疑别人的观点，并愿意尝试运用不同思路和方法完成探究和实践
5-6 年级	学生能够在好奇心的驱使下，表现出对现象发生原因的因果兴趣，能够以事实为依据作出独立判断，善于有依据地质疑别人的观点，乐于尝试运用多种思路和方法完成探究和实践

因此，对于学生创新人格的培养，首先要引起学生的好奇心，使学生能够在好奇心的驱使下，敢于质疑观点，并勇于尝试探究实践，形成具有好奇心、开放、冒险等的创新人格。

(2) 创新思维

甘秋玲结合前人的研究，将创新思维定义为人类的最高级认知活动，是一种基于感知、记忆、思维等能力，具有探索性、求新性和综合性特点的心智活动，它是发散思维、辐合思维和重组思维高度结合的结果。

在《义务教育科学课程（2022 年版）》中对于创新思维有明确的要求，对于 1-2 年级的学生，要能够突破对常见物品功能的思维定势，利用发散思维、重组思维等方法，提出不同想法。对于 3-4 年级的学生，要能够初步掌握重组思维、发散思维、突破定势等创造性思维的基本方法，突破生活中常见问题的思维定势，提出有一定新颖性和合理性的观点。对于 5-6 年级学生，要能够运用重组思维、发散思维、突破定势等创造性思维的基本方法，并以科学原理为基础，提出较为新颖和合理的观点，并表达自己的创意，具体内容如表 1-4 所示。

表 1-4 小学科学课程标准中有关创新思维的具体内容

年级	小学科学课程标准中有关创新思维的具体内容
1-2 年级	学生能够突破对常见物品功能的思维定势，利用发散思维、重组思维等方法，提出不同想法

续表 1-4 小学科学课程标准中有关创新思维的具体内容

年级	小学科学课程标准中有关创新思维的具体内容
3-4 年级	学生能够初步掌握重组思维、发散思维、突破定势等创造性思维的基本方法，突破生活中常见问题的思维定势，提出有一定新颖性和合理性的观点
5-6 年级	学生能够运用重组思维、发散思维、突破定势等创造性思维的基本方法，并基于科学原理提出有一定新颖性和合理性的观点，并表达自己的创意

因此，对于学生创新思维的培养，首先要使学生能够熟练掌握重组思维、发散思维、突破定势等创新思维的方法，并能够通过创新思维，进行多角度多思路的分析与推理，能够将知识进行重组和整合，产生新颖的、合理的观点，解决当前面对的问题。

(3) 创新实践

创新实践旨在实践中创造出新颖且有价值的成果。甘秋玲指出，创新实践包括以下几个环节：明确目标或表征问题；收集信息或资源；实施操作（产生创新或解决问题）。

在《义务教育科学课程（2022 年版）》中对有关创新实践的内容包括：在 1-2 年级，在教师的指导下，学生能够通过对具体现象与事物的观察、对比，提出自己感兴趣的问题。在 3-4 年级阶段，学生初步具备能够对具体现象与事物提出探究问题的能力，并能够根据已有经验和知识制订简单探究计划。在 5-6 年级，能够从事物的结构、功能、变化等角度提出可探究的科学问题 and 研究假设，制订较为完整的探究计划，具体内容如表 1-5 所示。

表 1-5 小学科学课程标准中有关创新实践的具体内容

年级	小学科学课程标准中有关创新实践的具体内容
1-2 年级	学生能够在教师的指导下，通过对具体现象与事物的观察和比较，提出感兴趣的问题
3-4 年级	学生能够初步掌握针对具体现象与实务提出探究问题的能力，并能够根据已有经验和知识制订简单探究计划
5-6 年级	学生能够从事物的结构、功能、变化等角度提出可探究的科学问题和研究假设，制订较为完整的探究计划

因此，对于学生创新实践要素的培养，主要通过培养学生初步具有提出探究问题、

制订探究计划的探究实践能力，并能够根据探究计划进行实践，在实践中创新。

2. 确定要素的观测点

将前文对小学科学课标中创新素养的构成要素与筛选出的小学科学教师 PCK 观测点相结合，最终确定基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素的观测点。

（1）学科知识要素的观测点

对于学科知识，在科克伦的教师 PCK 四要素模型中指出，教师要从教学的角度出发，加深对学科的理解，在新出的《义务教育科学课程标准（2022 年）》中也明确提出，要“理解教材的设计，关注知识间的内在关联，把握核心概念进阶……”。因此，对于学科认识的相关知识，本研究认为要从以下几个方面观测：

观测点 1-1：教师对所教授的学习内容的认识

观测点 1-2：教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新人格的认识

观测点 1-3：教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新思维的认识

观测点 1-4：教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新实践的认识

（2）学生认识知识要素的观测点

对于学生认识知识，在科克伦的教师 PCK 四要素模型中指出，要理解学生的能力、认知水平、学习态度等，在《义务教育科学课程标准（2022 年）》中也明确提出要充分考虑学生的认知水平。因此，对于学生认知的相关知识，本研究认为要从以下几个方面进行观测：

观测点 2-1：教师对学生学习内容的已有知识和经验的认识

观测点 2-2：教师对学生学习内容的已有的创新人格的认识

观测点 2-3：教师对学生学习内容的创新思维的掌握情况的认识

观测点 2-4：教师对学生学习内容的已有的创新实践能力的认识

（3）课程教学法知识要素的观测点

对于课程教学法知识，在科克伦的教师 PCK 四要素模型中指出，教学活动要围绕学生开展。同时，在《义务教育科学课程标准（2022 年）》中也明确指出要以学生为主体，教师为主导进行，并“初步掌握重组思维、发散思维、突破定势等创造性思维的基本方法”，同时要以探究和实践为主要方式开展教学活动，因此对于课程教学法的相关知识，本研究认为要从以下几个方面进行观测：

观测点 3-1：教师能够将学习内容以学生易于理解的方式进行表达的认识

观测点 3-2: 教师在教学过程中对培养学生的创新人格的认识

观测点 3-3: 教师在教学过程中对激发学生的创新思维的认识

观测点 3-4: 教师在教学过程中对引导学生进行创新实践的认识

(4) 情境创设知识要素的观测点

对于情境创设知识, 在科克伦的教师 PCK 四要素模型中指出, 其包括教师在教的过程中所涉及到的政治、文化和物理环境等的认识。在《义务教育科学课程标准(2022 年)》中明确指出, 在教学的过程中要注重情境的塑造, 创设探究性学习情境, 培养学生的创新精神。因此对于情境创设的相关知识, 本研究认为要从以下几个方面进行观测:

观测点 4-1: 教师在教学过程中为学生创设探究性学习氛围等创新实践的认识

最终, 本研究初步形成了由四要素和 13 个观测点组成的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架。

第二节 基于专家意见优化要素及观测点

为了确保基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评要素及观测点的科学性和合理性, 本节咨询相关领域的专家并结合专家意见对测评要素及观测点进行修正。

一、研究方案

(一) 调查对象

此次研究的目的在于对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素及观测点进行修正, 使得观测点更加具有合理性和科学性, 因此本次问卷的调查对象主要包括科学教研员、小学科学教师、高校科学教育教师 and 高校心理学教师。此次参与问卷调查的专家共有 13 人, 下表是调查对象的背景信息。

表 1-6 调查对象的背景信息

项目	个人信息	人数	百分比
性别	男	5	38.5%
	女	8	61.5%
教龄	5 年以下	2	15.4%

续表 1-6 调查对象的背景信息

项目	个人信息	人数	百分比
教龄	5—10 年	3	23.1%
	10 年以上	8	61.5%
职业	科学教研员	3	23.1%
	小学科学教师	3	23.1%
	高校科学教育教师	4	30.8%
	高校心理学教师	3	23.1%

（二）调查工具

前文我们通过确定小学科学教师 PCK 要素框架，并通过对文献的分析，初步确定了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 各个要素的观测点。为了确定这些观测点是否科学合理，研究者通过咨询相关专家对所确定的观测点进行调整和修改，制作了专家咨询问卷。本次专家咨询采用李克特五级量表（5-point Likert scale），该问卷认同度选项共 5 个，对试题选项进行正向计分，由低到高依次是：1 表示“非常不认同”，2 表示“比较不认同”，3 表示“不清楚”，4 表示“比较认同”，5 表示“非常认同”（见附录 1）。

（三）调查过程

本次问卷调查以电子问卷的方式发放，并借助“问卷调查星”平台，以微信的方式向各个专家发放，恳请专家提出宝贵的建议。此次调查共征询了 13 位专家的意见。通过问卷调查，对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素观测点进行修正。

二、专家意见的统计分析

（一）学科知识

由表 1-7 可知，除了“教师对所教授的学习内容的认识”这个观测点，“学科知识”要素下的其他三个观测点的平均值均大于 3，这说明专家对这三个观测点的提出较为认可。同时，这三个观测点的标准差分别是 0.3、0.3 和 0.4，均小于 1，并且变异系数趋近于 0，这说明专家对这三个观测点的认可度基本达成一致。

而“教师对所教授的学习内容的认识”这个观测点的标准差接近 1，且变异系数大于 0.2，这说明专家对于该观测点的合理性存在争议，有专家提出，对于教师所教授的学习内容，应更具体化，要求与课标相符合，从而有益于教师进行教学，因此将

该观测点修改为“教师对课标中的教学内容的认识”。

表 1-7 “学科知识”要素指标统计分析表

观测点	修改意见分析	众数 M ₀	平均数 M	标准差 SD	变异 系数	处理结果
教师对所教授的学习内容的认识	教学内容应与课标相符	5	4.3	0.9	0.23	教师对课标中的教学内容的认识
教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新人格的认识		5	4.9	0.3	0.07	
教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新思维的认识		5	4.9	0.3	0.07	
教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新实践的认识		5	4.8	0.4	0.09	

（二）学生认识知识

由表 1-8 可知，“学生认知知识”要素下的其他观测点的平均值均大于 3，这说明专家对这四个观测点的提出较为认可。同时，这四个观测点的标准差均小于 1，并且变异系数小于 0.2，这说明专家对这两个观测点的认可度基本达成一致。

针对这一要素中的观测点，专家主要提出了两点修改建议，首先针对“教师对学生学习内容的已有知识和经验的认识”这一观测点，专家提出，教师不仅要关注学生的已有知识和经验，还要关注学生已有的学习能力、动手能力等，深入对学生的了解。其次针对“教师对学生学习内容的已有的创新实践能力的认识”这一观测点，专家提出，教师要在教学过程中加强对创新实践能力的培养。

结合专家提出的修改意见，本研究首先将“教师对学生学习内容的已有知识和经

验的认识”这一观测点修改为“教师对学生学习内容的已有知识和能力的认识”，能够更加直观地看出教师是否深入了解学生的已有知识和已有能力。对于“教师对学生学习内容的已有的创新实践能力的认识”这一观测点，因为当前研究的主要目的是对小学科学教师 PCK 发展现状进行测评，加强创新实践能力的培养更多是从策略方面出发，因此不对这一观测点进行修改。

表 1-8 “学生认知知识”要素指标统计分析表

观测点	修改意见分析	众数 M0	平均数 M	标准差 SD	变异 系数	处理结果
教师对学生学习内容的已有知识和经验的认识	要关注学生已有的学习能力、动手能力等	5	4.5	0.5	0.11	教师对学生学习内容的已有知识和能力的认识
教师对学生学习内容的已有的创新人格的认识		5	4.38	0.48	0.11	
教师对学生学习内容的创新思维的掌握情况的认识		5	4.63	0.48	0.1	
教师对学生学习内容的已有的创新实践能力的认识	加强创新实践能力	5	4.63	0.48	0.1	不变

（三）课程教学法知识

由表 1-9 可知，“课程教学法知识”要素下的其他观测点的平均值均大于 3，这说明专家对这四个观测点的提出较为认可。同时，这四个观测点的标准差均小于 1，

并且变异系数小于 0.2, 这说明专家对这两个观测点的认可度基本达成一致。

针对这一要素中的观测点, 专家提出, 教师要有创新教学意识和方法, 同时要注重教学方法、课程设计的灵活创新性。这一观点对于教师创新素养的发展的确是一个值得关注和发展的关键知识, 但本研究主要集中于测评小学科学教师在教学过程中所掌握的关于培养学生创新素养的知识现状, 更注重的是教师是否能够意识到学生所应具备的创新素养并能在教学过程中灵活运用。因此本要素不作修改。

表 1-9 “课程教学法知识”要素指标统计分析表

观测点	修改意见 分析	众数 M ₀	平均数 M	标准差 SD	变异 系数	处理 结果
教师能够将学习内容以学生易于理解的方式进行表达的认识	教师要有创新教学	5	4.63	0.48	0.1	不变
教师在教学过程中对培养学生的创新人格的认识	意识和方	5	4.75	0.43	0.09	
教师在教学过程中对激发学生的创新思维的认识	法, 同时	5	4.88	0.33	0.07	
教师在教学过程中对引导学生进行创新实践的认识	要注重教	5	4.63	0.48	0.1	
	学方法、					
	课程设					
	计的灵					
	活创					
	新性					

(四) 情境创设知识

由表 1-10 可知, “情境创设知识”要素下的观测点的平均值均大于 3, 这说明专家对这个观测点的提出较为认可。同时, 观测点的标准差均小于 1, 并且变异系数小于 0.2, 说明专家对这两个观测点的认可度基本达成一致。

但有专家指出, 教师应在教学过程中创设真实且熟悉的生活情境。基于专家提出的修改意见, 本研究将观测点修改为“教师在教学过程中对能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围的认识”, 使其能够更加详细和直观地表达。

表 1-10 “情境创设知识”要素指标统计分析表

观测点	修改意见 分析	众数 M ₀	平均数 M	标准差 SD	变异 系数	处理结果
-----	------------	----------------------	----------	-----------	----------	------

续表 1-10 “情境创设知识”要素指标统计分析表

观测点	修改意见 分析	众数 M0	平均数 M	标准差 SD	变异 系数	处理结果
教师在教学过程中为学生创设探究性学习氛围等创新实践的认识	教学应创设熟悉且真实的生 活环境	5	4.63	0.48	0.1	教师在教学过程中对能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围的认识

第三节 测评框架的确立

根据专家的意见对要素观测点进行修改之后,本研究最后确定基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素及观测点,并以要素和观测点为基础构建了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架。

一、学科知识要素中的观测点

(一) 教师对课标中的教学内容的认识

是指小学科学教师对主题教学内容的认识。该观测点主要考查的是小学科学教师是否了解主题的教学内容,是否能够意识到该主题应该向学生进行知识、技能、观念等的传授。

(二) 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新人格的认识

是指小学科学教师对主题中涉及到的学生创新人格的认识。该观测点主要考查的是小学科学教师是否能够结合特定主题,认识到该主题应该涉及到学生哪些创新人格。

(三) 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新思维的认识

是指小学科学教师对主题中涉及到的学生创新思维的认识。该观测点主要考查的是小学科学教师是否能够认识到特定主题的教学内容中应该涉及到学生哪些创新思维。

(四) 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新实践的认识

是指小学科学教师对主题中所涉及到的学生创新实践的认识。该观测点主要考查的是小学科学教师能否意识到特定主题的教学内容应该包括学生哪些创新实践活动。

二、学生认识知识的观测点

（一）教师对学生学习内容的已有知识和能力的认识

是指小学科学教师对学生关于主题内容的已有知识和能力的认识。该观测点主要考查的是小学科学教师能否意识到学生在学习该主题内容之前已经掌握了哪些知识和能力，能否运用这些已有的知识和能力进行教学活动。

（二）教师对学生学习内容的已有的创新人格的认识

是指小学科学教师对学生关于主题内容的已有的创新人格的认识。该观测点考查的是小学科学教师是否能够认识到学生在学习主题内容之前已有的创新人格，是否可以利用学生已有的创新人格开展教学。

（三）教师对学生学习内容的创新思维的掌握情况的认识

是指小学科学教师对学生关于主题内容的创新思维掌握情况的认识。该观测点考查的是小学科学教师是否能够认识到学生在学习主题内容之前掌握了哪些创新思维，是否可以利用已有的创新思维开展教学。

（四）教师对学生学习内容的已有的创新实践能力的认识

是指小学科学教师对学生关于主题内容的已有的创新实践能力的认识。该观测点考查的是小学科学教师是否能够认识到学生在学习主题内容之前已有的创新实践能力，是否可以结合学生已有的创新实践能力进行教学。

三、课程教学法知识的观测点

（一）教师能够将学习内容以学生易于理解的方式进行表达的认识

该观测点考查的是小学科学教师在主题教学过程中采用的活动方式的认知，是否以学生为中心，教师在教学过程中进行引导，从而有意识地培养学生的创新素养。

（二）教师在教学过程中对培养学生的创新人格的认识

指小学科学教师在主题教学过程中对培养学生创新人格的认知。该观测点考查的是小学科学教师是否以学生为中心，且在教学过程中有意识地培养学生的创新人格。

（三）教师在教学过程中对激发学生的创新思维的认识

指小学科学教师在主题教学过程中对激发学生创新思维的认知。该观测点考查小学科学教师在主题教学过程中是否以学生为中心，且有意识地激发学生的创新思维。

（四）教师在教学过程中对引导学生进行创新实践的认识

指小学科学教师在主题教学过程中对引导学生进行创新实践的认识。该观测点考查的是小学科学教师是否是以学生为中心，且在主题教学过程中有意识地引导学生进行创新实践。

四、情境创设知识的观测点

（一）教师在教学过程中对能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围的认识

该观测点考查的是小学科学教师在主题教学过程中是否能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围的认识。小学科学教师是否能在教学过程中将情境创设与学生原有的生活经验相结合且贯穿主题教学全过程，使学生在情境创设中发展创新素养。

综上所述，本研究构建了四个要素、13 个观测点的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架，如图 1-2 所示。



图 1-2 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架

第二章 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具开发

本章在上一章构建基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架的基础上,以技术与工程领域为例编制了测评问卷,之后确定基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 评分标准,最后通过咨询相关专家和试测修正测评问卷和评分标准,形成一个科学合理的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具。

第一节 测评问卷的编制

本节主要参考已有的国内外教师 PCK 测评问卷,结合前一章确定的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素及观测点,开发基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评问卷。

一、测评方法的选择

对教师 PCK 进行测评是比较困难的,原因在于教师 PCK 是关于教师实践中的知识,而这种实践性知识在很大程度上是隐形的,只能从教师可观察的行为中进行判断,无法直观观察,包括教师的课程设计、教学实践和其他教学工作等。因此本研究从特定主题的角度出发,通过对教学设计的文本分析和问卷调查相结合的形式,测评基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK。选择教师的教学设计,是想通过分析教学设计中的教学目标、教学重难点、教学过程、板书设计等,了解基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 发展情况,选择问卷调查是想获取更多基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 内容。

二、测评内容的选择

本研究的测评问卷以特定主题为基础,主题的选择以技术与工程领域为例。技术与工程领域是 2017 年《义务教育小学科学课程标准》中提出的课程内容,除此之外还包括物质科学领域、生命科学领域、地球与宇宙科学领域和技术与工程领域。随着 2022 年新课标的提出,《义务教育科学课程标准(2022 年版)》的课程内容在 2017 年课标的基础上,围绕培养核心素养,从四个领域中筛选出 13 个核心概念,作为小学科学课程的核心内容。其中技术与工程领域涉及其中 2 个核心概念,分别是技术、

工程与社会和工程设计与物化。

技术与工程领域的内容涉及物质科学领域、生命科学领域和地球与宇宙科学领域，是一种倾向于跨学科内容的学习，包括科学、数学、工程设计等，基于技术与工程的设计实践和真实情境的问题解决，可以使学生综合使用各领域的知识，增强学生的动手能力和创新意识^①。

技术与工程领域包括技术与工程的性质和特点、技术与工程对人们生活、生产和社会的影响，三者之间相互影响与相互作用，共同推进社会进步。学生通过学习这一领域的相关内容，可以利用观察身边生活、阅读相关资料和制作产品等活动，进行与所学科学内容相关的创意实践活动，并利用创意作品进行自主探究，培养学生热爱学习、善于探究、乐于动手、勇于冒险等的良好品行，这和学生创新素养的三要素有着高度的相关性。同时，这一领域对于教师来说，有利于教师重视培养学生的创新思维，提升学生的动手实践能力，扩充学生的知识储备量。

技术与工程领域的跨学科性、实践性、创新性等特点与创新素养三要素有高度的相关性，聚焦这一领域开展测评更有助于揭示小学科学教师在教学过程中是否具备学生创新素养培育的 PCK。因此本研究选择技术与工程领域作为本研究测评问卷的特定主题。

三、测评项目的设置

在参考小学科学教师教学设计的过程中，其所包含的教学目标、教学重难点、教学工具、教学过程、板书设计等，并没有满足本研究构建的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架所有的观测点（13 个），因此需要进行补充。

本研究构建的测评框架有 13 个观测点，教学设计中包含了 3 个观测点，为了完善测评工具，本研究参考了洛克伦团队提出的 CoRe 工具，将其余的观测点设置了四个测试问题，形成了本研究中测评问卷的第四部分。Q1 的目的是通过教师上传的教学设计，观测教师是否了解课标中的教学内容、是否将学习内容以学生易于理解的方式进行表达、是否在教学过程中为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围；Q2 的目的是观测教师结合特定主题，是否了解该主题涉及到学生哪些创新素养，教师需要根据创新素养三要素进行回答；Q3 的目的是观测教师结合特定主题，是否了

^① 中华人民共和国教育部.强化小学科学教师专业化建设[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202307/t20230711_1068276.html.2023-07-11.

解学生关于特定主题方面的学情；Q4 的目的是观测教师结合特定主题，是否了解学生目前应该已经具备了哪些创新素养，教师需要根据创新素养三要素进行回答；Q5 的目的是观测教师结合特定主题，如何培养学生的创新素养，教师需要根据创新素养三要素进行回答。所有的题目均为开放性问题，观测点、测试题目见表 2-1。

表 2-1 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测试题目

PCK 要素	观测点	测试题目
CK	教师对课标中的教学内容的认识	Q1：教学设计中的教学目标
	教师对所教授的学习内容中所涉及到	
	的学生创新人格的认识	Q2：关于您上传的教学设计，
	教师对所教授的学习内容中所涉及到	您认为它涉及到学生的哪些创
SK	的学生创新思维的认识	新素养？请围绕创新素养的三
	教师对所教授的学习内容中所涉及到	要素进行详细说明。
	的学生创新实践的认识	
	教师对学生学习内容的已有知识和能	Q3：关于您上传的教学设计，
PK	力的认识	您认为学生学情如何？您是如
	教师对学生学习内容的已有的创新人	Q4：关于您上传的教学设计，
	格的认识	您认为学生目前应该已经具备
	教师对学生学习内容的创新思维的掌	了哪些创新素养？您是如何利
PK	握情况的认识	用创新素养进行教学的？请围
	教师对学生学习内容的已有的创新实	绕创新素养的三要素进行详细
	践能力的认识	说明。
	教师能够将学习内容以学生易于理解	Q1：教学设计中的教学过程
PK	的方式进行表达的认识	
	教师在教学过程中对培养学生的创新	Q5：关于您上传的教学设计，
	人格的认识	您如何培养学生的创新素养？
	教师在教学过程中对激发学生的创新	请围绕创新素养的三要素进行
	思维的认识	详细说明

续表 2-1 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测试题目

PCK 要素	观测点	测试题目
PK	教师在教学过程中引导学生进行创新实践的认识	Q5: 关于您上传的教学设计, 您如何培养学生的创新素养? 请围绕创新素养的三要素进行详细说明
MK	教师在教学过程中对能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围的认识	Q1: 教学设计中的教学过程

四、测评问卷的形成

本研究编制的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评问卷, 是以技术与工程领域为例的教学设计, 以及四道开放性问答题组成。除此之外, 该测评问卷还增加了教师个人信息部分, 并且, 为了使教师能够清楚地了解创新素养的含义及其三要素所包含的内容, 本测评问卷在第一部分增加了相关的概念界定。最终形成了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评问卷, 主要包括四个部分: 第一部分是相关概念界定, 包括创新素养、创新人格、创新思维、创新实践; 第二部分是教师的个人信息, 包括性别、职称、教龄等; 第三部分是上传基于技术与工程领域的教学设计; 第四部分是调查问卷, 问卷主要由四道开放性问题组成。

第二节 评分标准的制订

本节主要参考前人有关教师 PCK 等级划分的相关文献基础上, 确定基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 评分方法并制定评分标准。

一、评分方法的选择

当前国内外很多有关教师 PCK 研究均采用了等级划分法, 为了使测评工具的评分更为科学合理, 因此本研究也使用这种方法进行教师 PCK 的评分。

等级数量的划分主要有两种形式: 一种是各要素或观测点的评级等级划分数量是一致的, 如 Park 用 PCK 量规对被试教师的反应和等级进行标记, 等级分为有限的、基本的、发展的、模范性的四种类型。马格努森同样采用了这一划分方式, 并证明这种方法对 PCK 整个结构的评估非常有效的; 我国中小学教师专业发展标准将教师级

别划分为新手、熟练、成熟、卓越。另一种形式是各要素或观测点的评分等级划分数量是不一致的,比如有的观测点评分时有3个水平,而有些观测点评分时有2个水平。本研究以第一种形式为主,参考美国密歇根州立大学教师教育学院开发的基于学习进阶的教师 PCK 测评工具,将教师 PCK 的四要素划分为水平 1, 水平 2, 水平 3, 水平 4 四个等级:水平 1 为“不清楚是什么,也不知道如何运用到教学当中”,水平 2 为“有着较为模糊的认识,但不知道如何运用到教学当中”,水平 3 为“有着较为清楚地认识,但是不太能熟练地运用到教学当中”,水平 4 为“有着明确、深刻地认识,并能熟练地运用到教学当中”。在此基础上,本研究将等级表现规定如下:

水平 1: 是指小学科学教师不清楚什么是基于学生创新素养培育的 PCK,也不知道如何将其运用到教学当中。

水平 2: 是指小学科学教师对基于学生创新素养培育的 PCK 有着较为模糊的认识,但不知道如何将其运用到教学当中。

水平 3: 是指小学科学教师对基于学生创新素养培育的 PCK 有着较为清楚的认识,但是不太能熟练地将其运用到教学当中。

水平 4: 是指小学科学教师对基于学生创新素养培育的 PCK 有着明确、深刻地认识,并能将其熟练地运用到教学当中。

二、评分标准的制订

基于前文观测点的等级表现描述和被试教师的具体作答情况,确定测评问卷的赋分标准:之后参考赋分标准,对被试教师的作答赋予适当的分数。其中,每个观测点共有 4 个水平,分别赋予 0-3 分。

计算被试教师基于学生创新素养培育的 PCK 总分,首先要先计算每个观测点的分数,之后根据每个观测点的分数,计算出观测点的平均值,最后得出每个要素的分数。例如学科知识有四个观测点,那么这几个观测点的平均值即为这个要素的分数。最终,本研究得出一个 3×4 的测评工具,总分为 12 分。

在此基础上,本研究对被试教师的作答进行赋分,得到被试教师的初始得分,形成一种有序数据。之后,本研究利用项目反应理论中的 Rasch 模型,将有序数据转换成 logit 分。logit 分是一种区间数据,通过 logit 分可以将被试能力和题目难度进行估计和比较,并且还可以检验测评工具的有效性,以及对被试教师整体情况进行分析等。

第三节 结合专家意见对测评工具进行优化

为了了解本研究开发的测评工具是否科学合理，本节咨询相关领域的专家，并参考专家的修改意见，对测评工具进行修正和优化。

一、研究方案

（一）调查对象

此次研究的目的在于对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具进行修正，需要专家对其具有高度的专业性，因此本次问卷的调查对象主要包括科学教研员、小学科学教师、高校科学教育教师，都对科学教育有着深入的研究。

（二）调查过程

此次测评工具的修正是将基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 调查问卷通过微信发放给各个专家，恳请专家提出宝贵建议。参考专家的意见，对测评工具进行修正。

二、修正结果

（一）关于个人信息方面

在个人信息方面的调查研究中，主要有以下方面的修正：

表 2-2 个人信息部分专家意见整理

个人信息	专家意见
教师教龄	当前科学教师分为专职科学教师和兼职科学教师，因此在教师教龄方面应做细致划分。
教师专业	大学很少有科学专业，建议将教师专业进行更加细致地划分。

参考专家提出的修改意见，对个人信息方面进行了修改。针对教师教龄方面，本研究在问卷中添加询问教师是否为专职科学教师？并针对选项添加了两道问题，若是专职科学教师，则直接填写任教科学教龄，若是兼职科学教师，则在填写完任教科学教龄之后，也将任教的另一门学科填写上。

针对教师专业方面，本研究在问卷中将原本的选项删除，围绕科学教育进行更加细致的划分，在选项中添加了科学教育、物理、化学、生物、数学、地理等选项，使

教师专业的划分更为细致。

（二）关于教学设计方面

在教学设计方面的调查研究中，主要有以下方面的修正：

表 2-3 教学设计部分专家意见整理

教学设计	专家意见
题目描述	题目要求应再更加详细。

参考专家提出的修改意见，对教学设计方面进行了修改。针对题目描述方面，本研究在问卷中针对教学设计要求的相关内容，在教学重难点后添加教学工具选项，使得被试教师上传的教学设计更为完善。

（三）关于调查问卷方面

在调查问卷方面的调查研究中，主要有以下方面的修正：

表 2-4 调查问卷部分专家意见整理

调查问卷	专家意见
Q1	在给教师举例的描述中，是否可以给教师更多地发挥空间。
Q4	在给教师举例描述中，进行排列组合的书写
问卷整体	担心问卷的回收率与质量，研究是否进行个案深入研究

参考专家提出的修改意见，对调查问卷方面进行了修改。针对 Q1，本研究结合专家的意见，将问题中给教师举例的部分，删掉好奇心等具体的创新素养，使教师有更多的发挥空间。针对 Q4，本研究结合专家的意见，鼓励教师进行排列组合书写，使得后续赋分更加清晰。针对问卷的整体情况，专家提出，担心被试教师很难保证都会认真设计以及详细回答，影响到问卷的回收率与质量，提倡进行个案深入研究，针对这一意见，本研究考虑到后续的研究结果，因此决定在进行后续试测之后，观察问卷的回收率与质量，再决定是否进行个案研究。

第四节 基于测评数据优化测评工具

在结合专家修改意见对测评工具进行优化后，为了了解测评工具是否可以对技术

与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 进行测评, 本节通过对测评工具的可行性进行试测, 并结合测评数据对测评工具进行质量检验, 根据检验结果对测评工具再次进行修正。

一、测查对象

根据专家意见对测评工具进行第一轮修正之后, 本研究通过目的性抽样, 随机选取 30 名小学科学教师为研究对象, 利用问卷星平台, 通过微信将问卷发放给被试教师进行试测。基于本研究开发的测评工具应适用于处于任何专业发展阶段的小学科学教师, 因此此次试测以教师专业发展阶段理论为衡量标准, 将教师分为新手型教师、熟手型教师和专家型教师。

参考柏林纳的教师专业发展五阶段理论对不同发展阶段的教师教龄进行明确的划分, 新手型教师指教师缺乏一定的教学经验, 但技术知识相对丰富, 在教学过程中会有教学失误, 因此将新手型教师的教龄界定为 2 年(含两年)以下。熟手型教师指教师对教学知识、技能和教学经验都不断发展和进步, 教学效率有所提高, 因此将熟手型教师的教龄界定为 3—10 年。专家型教师指教师有着丰富教学经验的积累, 自身的知识和技能已得到充分地发展, 可以高效地开展工作, 因此将专家型教师的教龄界定为 11 年以上。

本次试测起始时间为 2023 年 9 月 9 日, 共发放问卷 35 份, 剔除无效问卷 5 份, 回收有效问卷 30 份。其中新手型教师 13 位, 熟手型教师 10 位, 专家型教师 7 位, 被试教师的基本情况如表 2-5 所示。

表 2-5 被试基本情况

项目	个人信息	人数	百分数
性别	男	8	26.7%
	女	22	73.3%
	无	5	16.7%
职称	三级教师	8	26.7%
	二级教师	8	26.7%
	一级教师	2	6.7%
	高级教师	7	23.3%
是否是专职科学教师	是	4	13.3%

续表 2-5 被试基本情况

项目	个人信息	人数	百分数
是否是专职科学教师	否	26	86.7%
	中师	0	0%
	大专	0	0%
学历	本科	18	60%
	硕士研究生	12	40%
	博士研究生	0	0%
学校类型	城区小学（设街道办事处 的行政区划）	30	100%
	乡镇中心小学	0	0%
	乡村教学点	0	0%
	公办	30	100%
办学性质	民办	0	0%
	其他	0	0%

二、评分标准

（一）评分标准的制订

本研究的评分标准是基于等级表现规定，结合被试教师的回答制订的。因此在获取教师的作答结果后，根据教师对每个知识点的作答情况，分成四个等级，每个等级概括总结出 4 个作答，同时，为了使评分标准更加详细全面，本研究参考了甘秋玲的创新素养三要素以及《义务教育科学课程标准（2022 年）》，用于制订详细的评分标准。将评分等级 1、2、3、4 分别赋予 0、1、2、3 分，对于不作答或者作答与本题无关的情况设为 0 分，从而得到了技术与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 评分标准（见附录 3）。

（二）评分者一致性检验

由于测评工具中均为开放性问题，为了避免评分者的主观性，因此本研究需要进行评分者一致性检验。此次评分是由研究者本人和一位在读教育学硕士研究生共同完成。在对教师作答进行评分之前，研究人员先向另外一名评分人员具体说明本次测评的目的和评分标准，然后由两位评分者对测评问卷进行评分，并用 Kappa 系数分析两位评分者的评分，进行评分者一致性检验，结果如表 2-6 所示。

表 2-6 评分者一致性检验

观测点	Kappa 值
Q1-1	0.750
Q1-2	0.750
Q1-3	0.862
Q2-1	0.857
Q2-2	0.818
Q2-3	0.871
Q3	0.895
Q4-1	0.907
Q4-2	0.882
Q4-3	0.875
Q5-1	0.826
Q5-2	0.857
Q5-3	0.826

从表中可以看出, 13 个观测点评分的 Kappa 值均在[0.75,1]之间, 说明评分者的意见较为统一, 并且评分标准的制订较为合理。因此, 用该评分标准对技术与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 进行测评, 其结果是可靠的。

三、测评工具的信效度分析

该研究对技术与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 进行测评后, 将调查的原始数据使用 SPSS27.0 软件进行检验, 对测评工具的质量进行分析。

(一) 信度检验

将测评工具所得数据导入到 SPSS 软件中进行信度检验, 其结果见表 2-7 所示。

表 2-7 测评工具的信度检验

项目	克隆巴赫 Alpha	项数
学科知识	0.872	4
学生认识知识	0.880	4
课程教学法知识	0.809	4
总量表	0.936	13

信度指测评工具的可靠性,本研究采用克隆巴赫 Alpha 信度系数验证测评工具的可靠性。由于情境创设知识要素的观测点只有一个,因此无需进行信度分析,只需对其他维度进行处理即可。

从表中可以看出,测评工具中各个维度的克隆巴赫 Alpha 信度系数值均大于 0.7,由此可以证明各变量的信度较好,测评工具的总克隆巴赫 Alpha 信度系数值为 0.936,大于 0.8,说明测评工具总体的信度较高,调查所得的数据较为可靠,可以对技术与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平进行测评。

(二) 效度检验

本研究对测评工具进行效度分析时关注的是内容效度,在进行测评工具的开发与评分标准的制订时,均参考了《义务教育科学课程标准(2022 年)》以及大量相关文献,并吸取了科学教育专家和多位一线教师的建议,最终使测评工具与评分标准相符合,保证测评工具和评分标准合理有效。

四、测评工具的质量检验

为了保证测评工具的质量及可行性,本研究采用项目反应理论中的 Rasch 模型对测评工具进行分析。Rasch 模型是一种潜在特质模型,其理论依据是 IRT,通过被试在测评工具上的表现(一般指原始分数)来测量不可直接观察的、潜在的变量并对其量化,而教师的 PCK 属于一种不可直接观察的、潜在的变量^①。利用 Rasch 模型分析,能够真实地估计和比较被试的能力和题目的难度(见表 2-8)。

表 2-8 Rasch 模型的具体参数指标

参数	指标
被试和项 目信度	包括被试信度(被试在测验变量上分布的再现程度)和项目信度(项目分布的再现程度),理想范围为[0, 1],大于 0.7,表明信度较高;[0.6-0.7],表明信度良好。
信度	
标准误	观察值与期望值的差异,反映的是测量的精确程度,理想范围为<0.4,越接近于 0 越好
分离度	反映被试能力和测验难度在测量变量上的分离程度,用以区分不同被试的能力,理想范围要>2,分离度越大,说明区分度越好。

^① 邓法.基于 Rasch 模型的高中化学试题编制研究[D].桂林:广西师范大学,2023.

续表 2-8 Rasch 模型的具体参数指标

参数	指标
模型一数据拟合	考查的是实际反应模型和理论反应模型之间的拟合度。 MNSQ 值理想范围为[0.5, 1.5], 越接近 1 越好。 ZSTD 值理想范围为[-2, 2], 越接近 0 越好。
单维性	项目标准残差相关系数处在理想范围[-0.4, 0.4], 说明具有较好的单维性。
效度	项目一被试对应
	运用怀特图反映项目一被试在单维、线性、连续变量上的分布以及测量数据与理论预期的对应。
点一测量相关系数	学生在项目上得分与测验总分的相关性, 表示项目与总量表之间的一致性, 理想范围为[0, 1], 一般要求>0.2, 说明项目相关度较高。

本研究选用 Winsteps3.66.0 软件分析各测试项目与 Rasch 模型的拟合效果, 在进行第二轮试测后, 将试测的原始数据录入 Excel 文件中, 之后使用 Winsteps 软件对数据进行分析, 并对拟合程度较差的测试项目进行优化。

(一) 测评工具的整体质量检验

通过 Rasch 模型分析测评工具的整体质量, 具体结果如表 2-9 所示。

表 2-9 测评工具整体质量分析表

	难度	标准误	加权拟合		未加权拟合		分离度	信度
			INFIT		OUTFIT			
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
被试	-0.41	0.45	0.95	-0.2	1.01	-0.1	1.86	0.83
项目	0.00	0.28	0.97	0.1	1.01	-0.1	2.51	0.86

Rasch 模型将被试者的平均水平值和题目难度值置于同一水平上, 把试题难度值设为 0。如果被试的平均水平低于题目难度, 说明被试者的水平较低或者题目难度较高, 如果被试平均水平高于题目难度, 说明被试者的水平较高或者题目难度较低。从表 2-9 中得出, 被试者的平均水平值为-0.41, 低于题目难度值, 表明测评工具对于此次被试教师而言难度较大, 可能是因为被试教师整体水平较低或者题目较难。

标准误能够反映测量的精确程度, 其理想范围为[0, 0.4]。从表 2-9 中可以看出,

被试和项目的标准误分别为 0.45 和 0.28, 被试的标准误略高于 0.4。分析其可能的原因是: 被试的样本量较少, 教师对题目的作答情况不能准确反映所有教师的分布水平, 因此本研究将在后续的测试中增加样本量, 扩大测试范围, 从而减小被试的标准误。

INIFT 是指有加权的拟合指标, 表示题目对被试水平的反映情况, OUTFIT 是指未加权的拟合指标, 表示题目与被试水平存在较差的情况, INFIT 和 OUTFIT 都是由 MNSQ 值和 ZSTD 值表现的。MNSQ 值越接近 1 越好, 其理想范围是[0.5,1.5], 如果 MNSQ 值 <0.5 , 说明拟合过度, 若 MNSQ 值 >1.5 , 则表示拟合程度不够。总之, 凡是不在理想范围内的题目都要加以修改。ZSTD 值越接近于 0 越好, 当其值在[-2,2], 可以认为整体的拟合度较好。从表 2-9 中可以看出, INFIT 和 OUTFIT 的 MNSQ 值分别为 0.95、0.97、1.01、1.01 都接近于 1, 表明测评工具中的测评项目与 Rasch 模型的拟合度较高。INFIT 和 OUTFIT 的 ZSTD 值分别为-0.2、0.1、-0.1、-0.1 都接近于 0, 表明本研究制订的测评工具与 Rasch 模型的拟合度较高。

分离度是对不同被试的能力进行区分, 一般要求 >2 , 分离度越大, 区分效果越好。从表 2-9 中可以看出, 被试的分离度为 1.86, 小于 2, 说明被试的能力较为集中, 因此后续的研究中应扩大样本量, 增加不同层次的被试。项目的分离度为 2.51, 表明本研究开发的测评工具能够很好地区分不同被试的水平。

信度的理想范围是[0, 1], 从表 2-9 中可以看出, 被试的信度为 0.83, 题目的信度为 0.86, 均在理想范围, 表明被试和测评工具都具有一定的可靠性。

(二) 单维性检验

在 Rasch 模型中, 单维性是一个基本假设前提, 能够检测测试工具和测量内容是否具有相同的特质^①, 因此对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 进行单维性分析是有必要的, 本研究通过 Winsteps 软件, 采用标准残差图进行分析, 具体如图 2-1 所示。

标准化残差的理想范围是[-0.4, 0.4], 若图中的字母在理想范围之内, 则说明测评工具仅测量了创新素养这一潜在特质。从图 2-1 中可以看出, 13 个小题中有 3 个小题超出理想范围, 分别是 A、B、C、a、b、c, 对应观测点 Q1-1、Q1-2、Q1-3、Q2-3、Q4-2、Q5-3, 应在后续测评工具的修订中进一步分析其原因并修正。

^① 宋明. 基于 Rasch 模型的高中生化学分类观测评研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2022.

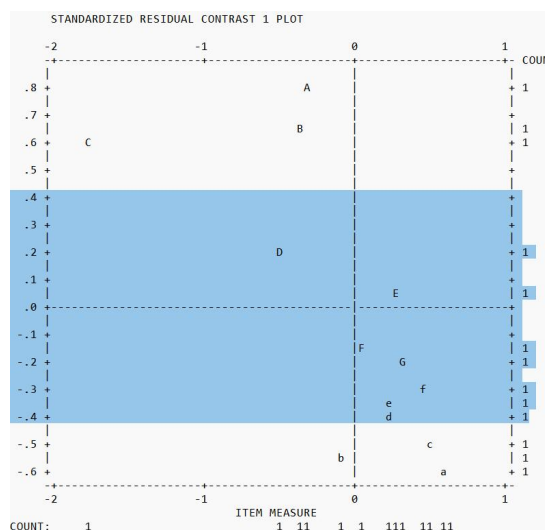


图 2-1 标准残差图

(三) 各项目拟合和误差检验

项目拟合是指被试对测评工具中的各项目进行作答后所得到的数据与 Rasch 模型的拟合程度,包括难度的平均分估计、模型标准误、数据与模型的拟合情况、点一测量相关。本研究通过 Winsteps 软件对各项目与 Rasch 模型拟合程度进行分析,如表 2-10 所示。

表 2-10 各项目拟合和误差检验

项目	难度	标准误	加权拟合		未加权拟合		点一测量相关
			INFIT		OUTFIT		
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	
Q4-3	0.64	0.24	1.00	0.1	0.88	-0.4	0.60
Q5-3	0.58	0.23	0.68	-1.5	0.64	-1.8	0.78
Q4-2	0.49	0.25	1.22	0.9	1.15	0.7	0.52
Q4-1	0.46	0.24	0.85	-0.6	0.87	-0.5	0.71
Q2-2	0.33	0.23	0.98	0.0	0.86	-0.5	0.67
Q5-1	0.28	0.21	0.90	-0.4	0.86	-0.6	0.70
Q5-2	0.23	0.22	0.91	-0.4	0.88	-0.5	0.68
Q2-1	0.04	0.22	0.79	-0.9	0.83	-0.6	0.73
Q2-3	-0.07	0.21	0.82	-0.8	0.79	-0.8	0.72
Q1-2	-0.34	0.20	1.03	0.2	1.02	0.2	0.62

续表 2-10 各项目拟合和误差检验

项目	难度	标准误	加权拟合		未加权拟合		点一测量相关
			INFIT		OUTFIT		
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	
Q1-3	-0.35	0.23	0.98	0.0	1.02	0.2	0.61
Q3	-0.49	0.24	1.40	1.6	1.43	1.5	0.46
Q1-1	-1.79	0.21	1.14	0.8	2.20	3.3	0.44

从表 2-10 中可以看出,测评工具的各项难度值的范围在 $[-1.79, 0.64]$ 之间, Q4-3 的难度值是 0.64, 是所有项目中难度最大的, Q1-1 的难度值是-1.79, 是所有项目中难度最小的。标准误的范围在 $[0.2, 0.25]$, 都小于 0.4 且大于 0 的合理范围内, 说明测评工具中的每个项目的难度值都符合要求。

测评工具中各个项目的 INFIT 和 OUTFIT 的 MNSQ 值的范围在 $[0.64, 2.2]$, 除去 Q1-1 的 OUTFIT 的 MNSQ 值为 2.2 之外, 其余的都符合理想范围 $[0.5, 1.5]$, ZSTD 值的范围在 $[-1.8, 3.3]$, 除去 Q1-1 的 OUTFIT 的 ZSTD 值为 3.3 之外, 其余的都符合理想范围 $[-2, 2]$, 说明 Q1-1 或者其评分标准存在一定的问题, 应在后续的修订中分析其原因, 但整体测评工具中的各项目基本上都与 Rasch 模型的拟合度较好。

点一测量相关表明了各项目与测量工具的相关程度, 其理想范围在 $[0, 1]$, 一般认为大于 0.2 相关度较高。从表 2-10 中可以看出, 测量工具中的点一测量相关范围在 $[0.44, 0.78]$, 均大于 0.2, 在理想范围之内, 说明测量工具中各项目的相关性都较高。

五、测评工具的修正

为了深入了解测评工具存在的问题并进行修正, 本研究在得出测评工具的质量检验结果之后, 对试测对象进行了访谈, 最终得出测评工具存在的问题。

(一) 访谈调查

1. 访谈对象

为了使对测评工具更加科学合理, 本研究在对其进行质量检验之后, 针对试测对象进行了访谈, 目的是更加了解测评工具存在的问题并进行修正。

2. 访谈提纲

本次访谈旨在进一步调查测评工具的合理性, 以便对测评工具的内容是否存在不合理、表述不明确或者不易理解的地方进行深入了解, 因此本次访谈的内容主要是以

下几个问题：

- (1) 测评工具的内容您认为有不合理的地方吗？
- (2) 测评工具的内容您认为有表述不清的地方吗？
- (3) 在回答问题时，您是否有理解困难的地方？

(二) 测评工具存在的问题

1. 被试数量较少

本研究进行第一轮试测是为了初步检验测评工具的质量以及制订合理的评分标准，虽然第一轮试测针对不同发展阶段的老师开展，但由于被试教师一共 30 人，数目较少，导致被试的代表性不强，同时也可能会导致测评工具的质量检验存在误差，所以在进行第二轮试测时，应该增加被试的数量，并对测评工具进行更加细致地分析。

2. 测评工具题目略有不足

在对测评工具进行质量分析时发现，测评问卷中的 Q1-1、Q1-2、Q1-3、Q2-3、Q4-2、Q5-3 在单维性检验中超出理想范围，且 Q1-1 的拟合度超出理想值，并且通过与被试教师进行访谈时也发现，除了测评工具的个人信息部分，其余部分都有一些问题，包括有教师反应测评工具的第一部分位置不合理，第三部分的问题表述不够准确等，导致有些教师不理解如何回答问题，或者有些教师回答不完整，并不能完全反映出小学科学教师是否具备学生创新素养培育的 PCK，因此后续对测评工具进行修正。

3. 评分标准不够准确

在与专家老师分析测评工具时，笔者意识到在制订评分标准时忽略了小学科学课程知识的重要性，小学科学课程的教学设计更多地应结合学科知识和创新素养的运用两者相结合的方式开展课程，从而使学生在学习小学科学课程时既学习了学科知识，又能够很好地培养学生的创新素养，因此应在后续的修订中对部分题目的评分标准进行修正。

(三) 测评工具的修订

通过对测评工具的质量检验以及访谈结果的分析对测评工具进行修正，修正的详细情况如下：

1. 转移测评问卷第一部分

本研究测评工具的测验主要通过问卷星开展，且测评工具的每一部分都在问卷星的不同页码，因此在进行访谈时，有被试教师反映“做第四部分时，我还要退出去再

参考第一部分，太麻烦了”。从教师的访谈结果可以看出，在做第四部分的试题时，由于第一部分的概念界定和第四部分的问卷调查不在同一页面，而第一部分与第四部分的内容相互关联，因此无法参考第一部分的内容对第四部分进行解答，所以本研究在本轮测评工具的修订中将测评工具的第一部分转移至第四部分。

2. 精细测评问卷第三部分

在对测评问卷进行质量检验时，问卷第三部分的 Q1-1、Q1-2、Q1-3 均在单维性检验中超出理想范围，且对预测结果进行评分时，本研究也发现部分教师上传的教学设计并不是题目要求的技术与工程领域。之后在对被试教师进行访谈的过程中笔者了解到，有部分小学科学教师反映主要是因为“不太了解新课标中技术与工程领域具体是指什么内容”。由于有部分被试对象是兼职的小学科学教师，且教授小学科学课程的时间较短，因此对于新课标中关于技术与工程领域的具体内容并不是很清楚，从而影响了对测评问卷的作答。为了使测评工具能够覆盖各个层面的小学科学教师，且鉴于研究条件的限制，研究对象主要以山东省 L 市的小学科学教师为主，因此本研究对青岛版小学科学课程的教材进行了解，发现每一本小学科学教材的技术与工程领域都在最后一个单元，因此在本轮测评工具的修订中精细了第三部分，具体内容如表 2-11 所示。

表 2-11 测评工具第三部分修改

原题	修改后的题目
请您根据《义务教育科学课程标准（2022 年版）》的基本理论和内容，聚焦技术与工程，上传一篇内容详细的教学设计（图片或 word 文档形式）。教学设计要求有：教学目标、教学重难点、教学工具、教学过程、板书设计等。	请您根据《义务教育科学课程标准（2022 年版）》的基本理论和内容，聚焦技术与工程（青岛版小学科学教材每册书的最后一个单元），上传一篇内容详细的教学设计（图片或 Word 文档形式）。教学设计要求有：教学目标、教学重难点、教学工具、教学过程、板书设计等。

为了使小学科学教师了解技术与工程领域在小学科学教材的具体内容，因此本研究在第三部分的题目表述中，在“技术与工程领域”后加一个提示性的后缀“青岛版小学科学教材每册书的最后一个单元”，使小学科学教师能够上传准确的教学设计。

3. 细化测评问卷第四部分

在对测评问卷进行单维性检验时,测评问卷的第四部分 Q2-3、Q4-2、Q5-3 超出理想范围,为了提高测评工具的质量,本研究通过与被试教师的访谈以及后续与专家教师共同商讨对其进行分析并修正。

(1) 降低问题表述的复杂性

在进行访谈时,有被试教师反映“感觉问题太长太复杂了,我都不知道该怎么回答,没太看懂。”通过访谈结果可以看出,由于部分问题的表述过于复杂冗长,被试教师不理解问题所要表达的意思,导致被试教师回答问题的准确率降低,因此应降低问题表述的复杂性,具体内容如表 2-12 所示。

表 2-12 测评工具第四部分题目修改

原题	修改后的题目
关于您上传的教学设计,您认为它涉及到学生的哪些创新素养?请围绕创新素养的三要素进行详细说明(如:在上传的教学设计中,该主题在……环节中涉及到培养学生的……等创新人格。在上传的教学设计中,该主题在……环节涉及到培养学生的……等创新思维。在上传的教学设计中,该主题在……环节涉及到培养学生……等创新实践)。	关于您上传的教学设计,您认为它涉及到学生的哪些创新素养?
关于您上传的教学设计,您认为学生目前应该已经具备了哪些创新素养?您是如何利用创新素养进行教学的?请围绕创新素养的三要素进行详细说明(如:在上传的教学设计中,学生目前应该已经具备了……等创新人格,在……教学环	关于您上传的教学设计,您认为学生目前应该已经具备了哪些创新素养?

续表 2-12 测评工具第四部分题目修改

原题	修改后的题目
节中利用学生的……等创新人格进行……。在上传的教学设计中,学生目前应该已经具备了……等创新思维,在……教学环节中利用学生的……等创新思维进行……。在上传的教学设计中,学生目前应该已经具备了提出……的创新实践,在……教学环节中利用学生……的创新实践进行……)。	
关于您上传的教学设计,您如何培养学生的创新素养?请围绕创新素养的三要素进行详细说明(如:在上传的教学设计中,通过……方式培养了学生的好奇心等创新人格。在上传的教学设计中,通过……方式培养了学生的发散思维等创新思维。在上传的教学设计中,通过……方式培养了学生……等创新实践)。	关于您上传的教学设计,您如何培养学生的创新素养?请结合教学设计进行详细说明。

通过降低问题表述的复杂性,保留问题的关键要素,同时删除问题中列举的解答示例,有助于教师更好地理解题目的要求,并强化被试教师对问题的理解,进而提高回答问题的准确率。

(2) 提高问题作答的有效性

在对教师作答情况进行评分时发现,被试教师在回答问题时作答内容混乱,导致答案的有效性降低,因此本研究在修改后的题目的基础上,将创新素养的三要素按照排序的方式呈现,具体内容如表 2-13 所示。

表 2-13 测评工具第四部分作答内容修改

修改后的题目	添加排序后的题目
关于您上传的教学设计,您认为它涉及到学生的哪些创新素养?	关于您上传的教学设计,您认为它涉及到学生的哪些创新素养?

续表 2-13 测评工具第四部分作答内容修改

修改后的题目	添加排序后的题目
	1.创新人格: 2.创新思维: 3.创新实践:
关于您上传的教学设计,您认为学生目前应该已经具备了哪些创新素养?	关于您上传的教学设计,您认为学生目前应该已经具备了哪些创新素养?
	1.学生已经具备的创新人格: 2.学生已经具备的创新思维: 3.学生能够进行的创新实践:
关于您上传的教学设计,您如何培养学生的创新素养?请结合教学设计进行详细说明。	关于您上传的教学设计,您如何培养学生的创新素养?请结合教学设计进行详细说明。
	1.培养创新人格的方式: 2.培养创新思维的方式: 3.培养创新实践的方式:

通过将创新素养的三要素按照排序的方式呈现,从而提高问题作答的有效性,有助于被试教师更好地作答,也有助于研究者更好地了解基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 掌握情况。

4. 修正测评工具的评分标准

在对测评工具进行各项目拟合和误差检验时发现, Q1-1 的拟合超出理想范围,在与专家进行交流后认为,该题目涉及到教师对于小学科学教材中许多重要知识点的掌握情况,不可删除,但在观察该题的评分标准时发现,虽然本研究最初的评分标准是根据被试教师的作答情况,并结合了甘秋玲对创新素养三要素的描述以及《义务教育科学课程标准(2022年)》制订的,但是却忽视了课程中重要的小学科学课程的学科知识,因此在修订中应参考作答情况,将小学课程中的学科知识和培养学生创新素养相结合,重新制订该题的评分标准,具体内容如表 2-14 所示。

表 2-14 测评工具的评分标准修改

观测点	初版评分标准	修正后的评分标准
Q1-1	不知道教学目标或者没有作答	不知道教学目标或者没有作答

续表 2-14 测评工具的评分标准修改

观测点	初版评分标准	修正后的评分标准
Q1-1	本主题的教学目标并没有体现创新素养	本主题的教学目标是使学生能够理解主题中所蕴含的科学概念
	本主题的教学目标体现得不够全面，可能只体现部分的创新素养	本主题的教学目标是使学生能够理解主题中所蕴含的科学概念并利用科学概念进行科学探究
		本主题的教学目标是使学生具有科学观念和思维，能够用所学知识理解日常生活、并具有解决生活中的问题的意识
	本主题的教学目标充分体现了创新素养	

第五节 测评工具的特点

以基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架为基础，开发了相应的测评工具，并结合有关专家的意见以及开展的试测结果对测评工具进行了质量检验和修正，本节主要针对测评工具的构成和特点进行论述。

一、测评工具的构成

（一）基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评问卷

基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评问卷是一种测试在培养学生创新素养方面小学科学教师 PCK 水平的一种测评工具，测评问卷共包括四部分内容：

（1）相关概念界定，这一部分的目的是在于为被试教师对于问卷中的一些关键性名词提供参考，使得教师能够更加顺畅地回答问卷。（2）被试教师个人信息，这一部分是对被试教师的个人信息进行统计和分析，其中包括性别、职称、教龄等。（3）上传教学设计。这一部分是上传基于技术与工程领域的教学设计，通过分析被试教师上传的教学设计，对观测点的内容进行赋分。（4）调查问卷。这一部分是针对被试教师上传的教学设计进行提问，问卷主要由四道题组成，均是开放性问题，共有四道。（见附录 2）

（二）基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 评分标准

基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 评分标准是对小学科学教师的 PCK 水平进行评价的一种工具。首先制订等级表现规定，对小学科学教师 PCK 每个要素的观测点进行等级表现描述，等级分别为水平 1、水平 2、水平 3、水平 4，有助于对被试教师的回答进行赋分。之后研究者以等级表现规定为基础，结合被试教师的回答情况，制订详细的评分标准。

二、测评工具的特点

（一）适用于教师进行自我评价

当前学生创新素养的发展越来越受到重视，教师对这一方面的 PCK 水平发展刻不容缓。本研究所开发的测评工具可以使教师对其培养学生创新素养方面的 PCK 水平进行分析，通过本研究构建的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架了解教师自身需要从哪几个方面提升自己的 PCK，利用测评工具测试教师自身对于学生创新素养培育的 PCK 发展现状，并根据评分标准评价自己在这方面的 PCK，从而对自己培养学生创新素养的 PCK 水平进行更为深入的剖析，使小学科学教师能够更为准确、高效地培养学生的创新素养。

（二）适用于学校自身发展评价

学校内部可以使用此测评工具进行测评，从而了解在过去的一段时间内小学科学教师在培养学生创新素养方面的 PCK 发展水平，并可以深入了解哪些需要改进哪些停滞不前，哪些有所进步。根据学校自身的发展情况，及时调整发展策略进而促进本学校的发展，提高本学校的教师和教学质量。

第三章 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具实测

通过第一轮试测对测评工具进行修改之后,为了保证该测评工具可以有效测试基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平,本研究以 S 省 L 市 G 县的小学科学教师为研究对象进行大规模实测,对修改后的测评问卷(见附录 4)和评分标准(见附录 5)再次进行质量检验。

第一节 测评情况

本节主要统计测评对象的基本情况,并结合修改后的评分标准说明评分过程和数据的统计方式。

一、测试对象的基本情况

本次正式施测是在 S 省 L 市 G 县的小学科学教师中进行的,这些学校中既有兼职的小学科学教师也有专职的小学科学教师,既有城区小学也有乡镇中心小学和乡村教学点,覆盖了不同水平、不同类型的学校以及小学科学教师,被试的分布范围较为广泛。试测教师的基本情况如表 3-1 所示。

表 3-1 第二轮试测被试基本情况

项目	选项	人数	百分数
性别	男	33	22.6%
	女	113	77.4%
	无	10	6.85%
职称	三级教师	33	22.60%
	二级教师	10	6.85%
	一级教师	65	44.52%
	高级教师	28	19.18%
是否是专职科学教师	是	33	22.6%
	否	113	77.4%

续表 3-1 第二轮试测被试基本情况

项目	选项	人数	百分数
任教科学课程的教龄	0-2	59	40.41%
	3-10	59	40.41%
	≥ 11	28	19.18%
学历	中师	0	0.0%
	大专	26	17.8%
	本科	118	80.8%
	硕士研究生	2	1.4%
专业	博士研究生	0	0.0%
	理工科	93	69.70%
	文科及其他	53	36.30%
学校类型	城区小学(设街道办事处 的行政区划)	88	60.27%
	乡镇中心小学	19	13%
	乡村教学点	39	26.7%
办学性质	公办	139	95.21%
	民办	7	4.79%
	其他	0	0.0%

本次正式施测的时间为 2023 年 10 月 9 日—10 月 13 日,共回收问卷 155 份,剔除无效问卷 9 份,有效问卷 146 份。

为了使此次大规模实测能够更为高效地开展,本研究采用问卷星平台进行测评,在教师的答题界面上,每页只呈现测评工具的一个部分,并且对作答时间没有任何的限制,为了能尽可能地减少无效问卷的数量,每个问题都被设置为必答题,并且如果没有回答,就不能进行下一道题,但允许被试教师返回修改,从而提高测评的准确性。

二、这一部分是结合您上传的教学设计，回答如下问题。

（一）关于您上传的教学设计，您认为它涉及到学生的哪些创新素养？

*1.创新人格：

*2.创新思维

*3.创新实践

图 3-1 被试教师答题界面

二、测评工具的评分与数据统计

为了避免评分的主观效应，本次实测选取三名评分者进行评分。首先向评分者介绍评分标准，之后，与其中一名评分者共同一起评分，针对评分有争议的题目与第三位评分者共同讨论，最终意见达成一致。通过评分得到了技术与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 正式实测的数据，之后将得到的数据统计到 Excel 中，便于后期使用 Winsteps 软件对数据进行处理分析。

第二节 测评工具的质量检验

为了保证测评工具的可靠性，本研究基于大规模实测数据对测评工具再一次进行质量检验。

一、评分者一致性检验

由于对评分标准和测试题进行了修改，因此需要再次进行评分者一致性检验。本轮研究选择 3 人（S1、S2、S3）进行评分，包括研究者本人和两名教育学研究生共同进行。为了让评分人员对修改后的评分标准进行充分地理解，笔者向评分人员进行详细的介绍，并随机选择 30 份试题进行评分。

在进行评分时，首先参考 S1 和 S2 两人的评分结果进行评分者一致性检验，若两者对一道试题的评分差距落在彼此相邻的评分等级上，则不需要找 S3 同学进行商量，若 S1 和 S2 两人对一道试题的评分差距落在彼此相间的评分等级上，则需要找 S3 同学共同商讨，从而使评分标准更为准确和完善。之后对得出的数据进行 kappa

系数分析, 检验评分者的一致性, 其结果如表 3-2 所示。

表 3-2 第一轮预测评分者一致性检验

观测点	Kappa 值
Q1-1	0.797
Q1-2	0.899
Q1-3	0.755
Q2-1	0.788
Q2-2	0.846
Q2-3	0.765
Q3	0.793
Q4-1	0.761
Q4-2	0.871
Q4-3	0.753
Q5-1	0.850
Q5-2	0.815
Q5-3	0.829

由表 3-2 可以看出, 13 个观测点的 kappa 值都在[0.75, 1]之间, 表明评分者的意见有高度的一致性, 且评分标准较为准确、可操作, 且用此评分标准对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测试卷进行评分是可信的。

二、测评工具的质量检验

(一) 测评工具的整体质量检验

通过 Rasch 模型对测评工具的整体质量进行分析, 其结果如表 3-3 所示。

表 3-3 第二轮试测测评工具整体质量分析表

项目	难度	标准误	加权拟合		未加权拟合		分离度	信度
			INFIT		OUTFIT			
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD		
被试	-0.51	0.56	0.96	-0.3	0.98	-0.2	2.08	0.81
项目	0.00	0.16	0.99	-0.1	0.98	-0.2	4.25	0.95

从表 3-3 中可知, 被试平均水平值为-0.51, 低于项目难度值, 说明测评工具对于

此次被试教师而言具有一定的难度。被试的标准误从预测的 0.45 变为 0.36，项目难度的标准误从预测的 0.28 变为 0.16，均小于 0.4，表示数据较为准确。被试和项目的 INFIT 和 OUTFIT 的 MNSQ 值分别为 0.96、0.99、0.98、0.98，都接近于 1，结果显示测评工具中的测评项目与 Rasch 模型拟合较好。被试和项目的 INFIT 和 OUTFIT 的 ZSTD 值分别为-0.3、-0.1、-0.2、-0.2 都接近于 0，表明本研究制订的测评工具与 Rasch 模型的拟合度较高。被试的分离度为 2.08，项目的分离度为 4.25，说明本研究的测评工具具有较好的区分度。被试的信度为 0.81，项目的信度为 0.95，均在理想范围，表明被试和测评工具都具有一定的可靠性。

（二）单维性检验

从图 3-2 中可以看出，13 个小题中有 2 个小题超出理想范围，分别是 A、B，对应题目 Q1-1、Q1-2，仅占总题目的 15.4%。Q1-1 和 Q1-2 是通过被试教师上传的教学设计进行评分的，Q1-1 项目主要测试被试教师对教学内容的了解和认识情况，Q1-2 主要测试被试教师在教学过程中教授学生的方式。在与被试教师沟通时发现，当前许多小学科学教师会进行集体备课，集思广益，从而提升上课的效率，这就导致小学科学教师的教学设计存在大同小异的情况，并且由于是集体备课，所以被试教师对于教学内容的认识以及教授学生的方式都掌握得较为准确，因此这两道题的分数高于预期。除此之外，所有题目都处于合理范围之内，因此可以表明测验具有单维性，测评工具中的题目可以反映被试教师在培养学生创新素养方面的 PCK 水平。

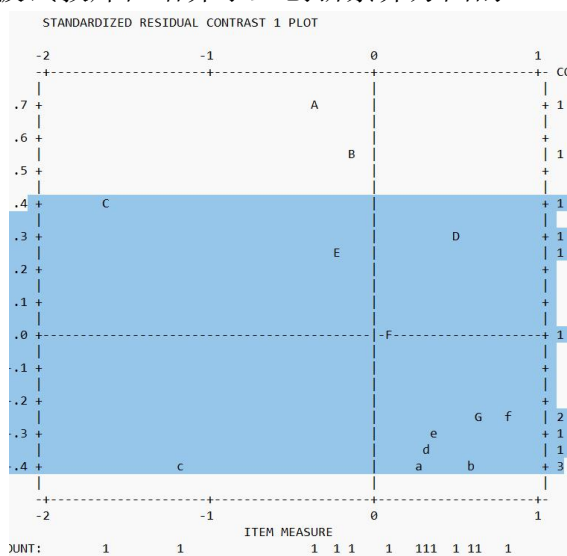


图 3-2 第二轮试测标准残差图

（三）项目难度与被试能力检验

Rasch 模型通过将原始数据转换为 logit 分,将被试水平、项目难度放在同一标尺上进行比较,成为项目——被试对应图,又称为怀特图。怀特图能够将被试与项目之间的对应关系直观形象地呈现出来^①。如图 3-3 所示,图正中间的竖线代表标尺,标尺上有 M、S、T 三个刻度,字母 M 表示平均水平,字母 S 表示 1 个 logit 分,字母 T 表示 2 个 logit 分。标尺的右侧表示被试的水平分布,“•”代表一位被试,“#”代表 2 位被试,标尺的左侧表示测试项目的难度分布,从下往上难度值递增。

通过图 3-3 可以看出,被试水平分布在 $[-4, 3]$ 之间,呈现中间多,两端少的正态分布,较为理想。测试项目难度分布在 $[-2, 1]$ 之间,其中难度最高的项目是 Q4-1,难度最低的项目是 Q1-1,项目难度的最低值大于被试水平的最低值,说明测评工具整体具有一定的难度。经过分析可能是因为当前小学科学教师多为兼职教师,对于新课标中有关技术与工程领域的创新素养培养内容掌握程度不足,从而出现了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 整体水平较低的情况,因此该怀特图的分布情况基本符合本研究的预期结果。

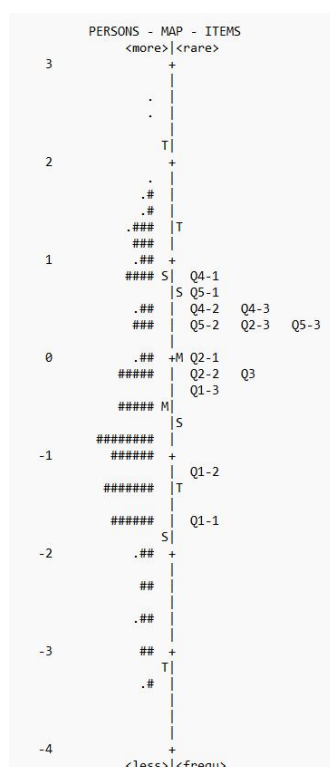


图 3-3 第二轮试测怀特图

^① 王祖浩,杨玉琴.基于 Rasch 模型的“化学实验认知能力”测验工具编制及测评研究[J].化学教育,2012,33(09):95-102+108.

（四）各项目拟合和误差检验

从表 3-4 中可以看出, 测评工具的各项难度值的范围在 $[-1.64, 0.81]$ 之间, 在接受范围内, Q4-1 的难度值是 0.81, 是所有项目中难度最大的, Q1-1 的难度值是 -1.64, 是所有项目中难度最小的。标准误的范围在 $[0.13, 0.17]$, 都小于 0.4 且大于 0 的合理范围内, 说明测评工具中的每个项目的数据都较为可靠。测评工具中各个项目的 INFIT 和 OUTFIT 的 MNSQ 和 ZSTD 值都在理想范围之内, 说明测评工具中的各项目与 Rasch 模型的拟合度较好。测量工具中的点一测量相关范围均大于 0.2, 说明测量工具中各项目的相关性都较高。

表 3-4 第二轮试测各项目拟合和误差检验

项目	难度	标准误	加权拟合		未加权拟合		点一测量相关
			INFIT		OUTFIT		
			MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	
Q4-1	0.81	0.15	1.13	0.9	1.10	0.7	0.44
Q5-1	0.64	0.15	0.82	-1.5	0.79	-1.7	0.67
Q4-3	0.58	0.15	0.85	-1.2	0.83	-1.4	0.66
Q4-2	0.50	0.14	1.14	1.1	1.10	0.8	0.49
Q5-2	0.36	0.15	0.87	-1.0	0.81	-1.4	0.65
Q2-3	0.31	0.17	1.22	2.0	1.23	2.0	0.40
Q5-3	0.28	0.16	1.03	0.4	1.04	0.4	0.54
Q2-1	0.07	0.13	0.85	-1.3	0.78	-1.8	0.71
Q2-2	-0.14	0.15	0.92	-0.6	0.92	-0.7	0.63
Q3	-0.24	0.14	0.96	-0.3	0.98	-0.1	0.63
Q1-3	-0.37	0.16	0.99	0.0	1.01	0.1	0.57
Q1-2	-1.16	0.17	0.87	-1.1	0.88	-1.0	0.62
Q1-1	-1.64	0.17	1.15	1.3	1.20	1.6	0.45

（五）项目评分等级检验

评分等级结构图能够衡量测评工具是否有效地测试出被试的水平, 本研究使用 4 级计分, 本次试测的评分等级结构图如图 3-4 所示。

如果在评分等级结构图中能够看到每个评分等级的最高值, 说明该评分等级的划

分较为合理,评分等级的最高值代表了该等级所对应的被试教师的水平范围。横坐标代表被试教师的水平与测评工具的难度水平相减的值,数值越大说明被试教师答对该试题的可能性越大,纵坐标代表被试教师水平达到某一等级的概率,当出现相交的情况时,用“*”表示,指被试教师达到这两个水平的几率相同。通过图 3-4 可以看出,本研究四个评分等级都有明显的上限,说明该测评工具的评分标准的制订较为合理。

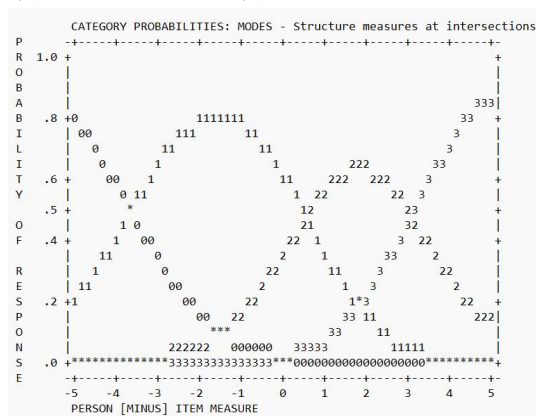


图 3-4 第二轮试测的评分等级结构图

三、小结

本研究进行大规模实测之后,测评工具在标准误、信度、区分度、项目拟合指数、都基本符合 Rasch 模型的要求,且测评工具具有单维性,测评工具的评分标准的制订较为合理,因此说明本测评工具较为可靠和稳定,能够进行测评,并且其测评数据可以解释技术与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平。

第四章 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 结果分析与讨论

前文通过利用 Rasch 模型,对 S 省 L 市 G 县的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评数据进行检验,说明使用本研究开发的测评工具对小学科学教师 PCK 进行测试所得到的结果是有效的,且测试数据符合 Rasch 模型的各项指标参数。为了进一步检验本研究测评工具和测评结果的有效性和可靠性,本研究针对大规模实测的结果,围绕 S 省 L 市 G 县进行技术与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 结果进行分析和讨论。

第一节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 整体表现分析

本节围绕实测后得出的原始数据,对 S 省 L 市 G 县的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 整体表现和水平进行分析。

一、基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 整体表现分析

大多数小学科学教师的 PCK 水平较低。本研究利用实测得到的原始数据,导入 Winsteps 软件中并选择 Output Files 下拉菜单中的 Person Files,将关于被试表现 logit 值转换成 Excel 文件导出,之后导入 SPSS 软件进行描述性分析,结果如图 4-1 所示,整体范围上基本呈现正态分布趋势。可以看出,技术与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现值为-0.51,低于试题难度值,说明大多数小学科学教师的 PCK 水平较低。

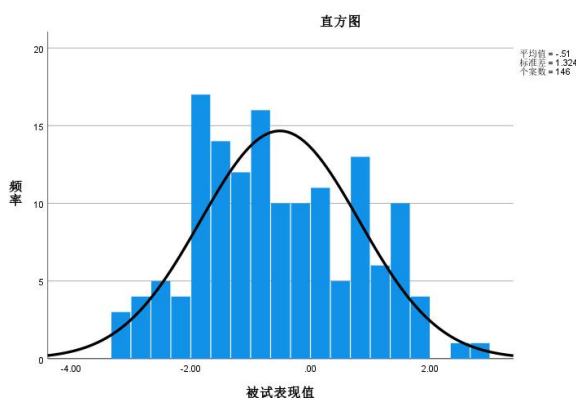


图 4-1 被试教师整体表现分布图

为了了解被试教师的详细作答情况,本研究使用 Winsteps 软件,选择 Output

Tables 下拉菜单中的 Person: map, 导出被试作答情况的怀特图 (如图 4-2 所示, 图中序号按照被试教师的教龄从低到高排序)。可以看出, 小学科学教师的表现值并没有依次按教龄由低到高呈现, 比如序号 T129 是教龄 13 年的一位小学科学教师, 其表现值是 -1.68, 远低于平均值 -0.51, 而 T102 是教龄 7 年的一位小学科学教师, 其表现值是 1.36, 远高于平均值 -0.51, 可以得出, 有些小学科学教师 PCK 发展地快, 有些小学科学教师 PCK 发展地慢。

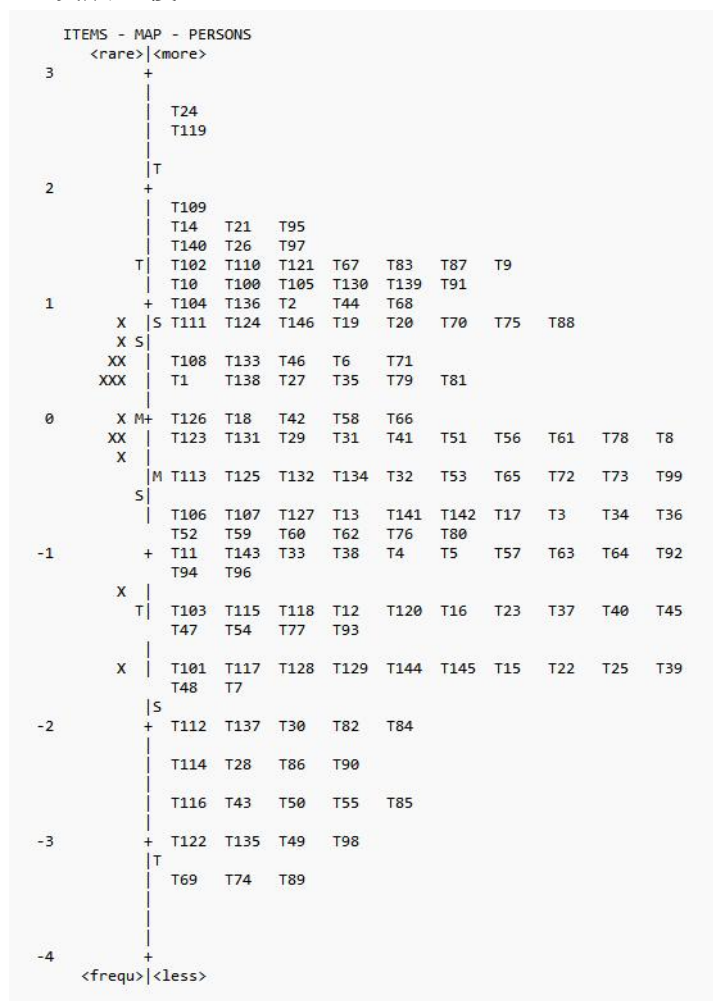


图 4-2 被试教师表现怀特图

怀特图只能表示被试教师一些特殊的表现值, 但无法了解被试教师的整体变化趋势。因此为了探索基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 随着教龄增长而变化的整体趋势, 本研究根据 Winsteps 软件导出的小学科学教师 PCK 表现值, 按教龄从低到高的顺序进行排序, 得出趋势线图, 具体内容如图 4-3 所示。可以看出, 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 随着教龄的增长, 整体表现呈现上升的趋势。

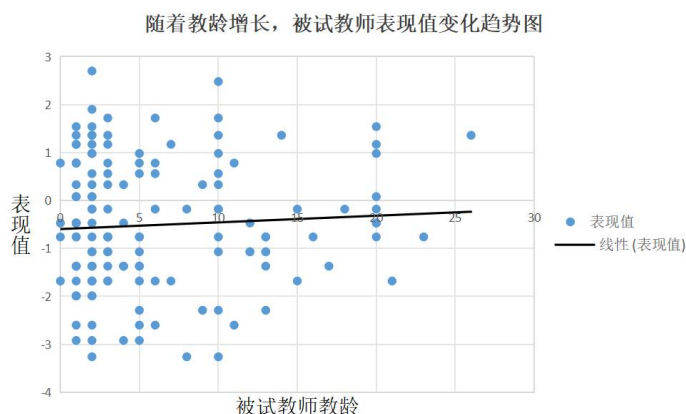


图 4-3 被试教师表现值随教龄增长而变化的趋势图

二、基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平分析

为了对被试教师的整体水平有更深入地了解, 本研究将测评试题的难度根据评分标准划分为四个等级, 每一等级对应的题目分数如表 4-1 所示。

表 4-1 测评试题的难度等级

难度等级	单题分数	总分
等级一	0	0
等级二	$0 < x \leq 1$	$0 < x \leq 4$
等级三	$1 < x \leq 2$	$4 < x \leq 8$
等级四	$2 < x \leq 3$	$8 < x \leq 12$

对测评试题的难度等级进行明确的划分后, 本研究根据测评试题难度的四个等级, 结合实测的总成绩, 对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平进行整体分析, 具体内容如图 4-4 所示。

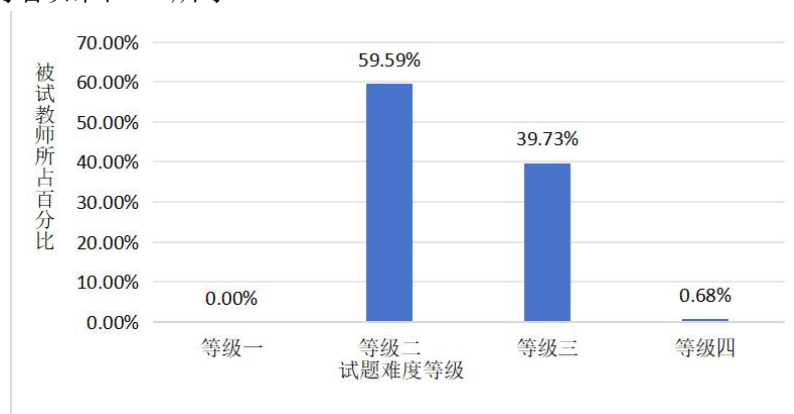


图 4-4 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 各等级占比图

从图 4-4 可以明确地看出, 小学科学教师 PCK 处于等级一的教师有 0 人, 处于

等级二的教师有 59.59%，处于等级三的教师有 39.73%，处于等级四的教师有 0.68%。通过以上的统计分析，可以发现，本研究大多数小学科学教师 PCK 的水平位于等级二，表明被试教师对基于学生创新素养培育的 PCK 有着较为模糊的认识，且不知道如何运用到教学环节当中，这部分的教师需要加强对相关内容的学习；有一部分的小学科学教师 PCK 的水平处于等级三，表明被试教师对基于学生创新素养培育的 PCK 有着较为清晰的认知，但并不太能熟练地运用到教学环节当中；有极少部分的小学科学教师 PCK 水平位于等级四，这部分的被试教师对基于学生创新素养培育的 PCK 认识非常明确，且能熟练地运用到教学环节当中。可以看出，大多数小学科学教师对于培养学生创新素养方面的 PCK 水平较低，只有极少数小学科学教师具有较高的 PCK 水平。

三、小结

通过以上的统计分析得出：第一，基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 整体表现值呈正态分布，低于试题难度值，即大多数小学科学教师的 PCK 水平较低；第二，小学科学教师的表现值并没有依次按教龄由低到高呈现，有些小学科学教师 PCK 发展地快，有些小学科学教师 PCK 发展得慢；第三，通过被试教师表现值的整体变化趋势图发现，被试教师的表现值虽然没有随着教龄的增长依次升高，但整体上随着教龄的增长呈现上升的趋势；第三，通过对小学科学教师的 PCK 等级进行分析时发现，有 59.59% 的小学科学教师处于等级二，由此可以得出，大多数基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平较低。

第二节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素分析

本节将实测后得出的原始数据通过 SPSS 和 Winsteps 进行统计，对 S 省 L 市 G 县的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 各要素之间的关系、要素的整体表现以及四要素和 13 个观测点的具体表现进行分析，进一步验证本研究测评工具和测评结果的可靠性。

一、基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素之间的关系探析

本研究开发的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具共涉及 4 个要素，为了进一步分析各要素之间的关系，本研究通过各个要素的得分，使用 SPSS 软件进行斯皮尔曼相关性分析，得到的相关系数如表 4-2 所示。可以看出，4 个要素

之间的相关性较强。

表 4-2 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素之间的相关系数

要素	学科知识要素	学生认识知识要素	课程教学法知识要素	情境创设知识要素
学科知识要素	1.000	0.536**	0.628**	0.292**
学生认识知识要素	0.536**	1.000	0.564**	0.338**
课程教学法知识要素	0.628**	0.564**	1.000	0.333**
情境创设知识要素	0.292**	0.338**	0.333**	1.000

二、基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素整体表现分析

通过 Winsteps 软件导出的数据,可以分析出 13 个观测点题的难度值,之后再按照各个要素进行整理,最后得出每个要素的难度值,具体内容如图 4-5 所示。

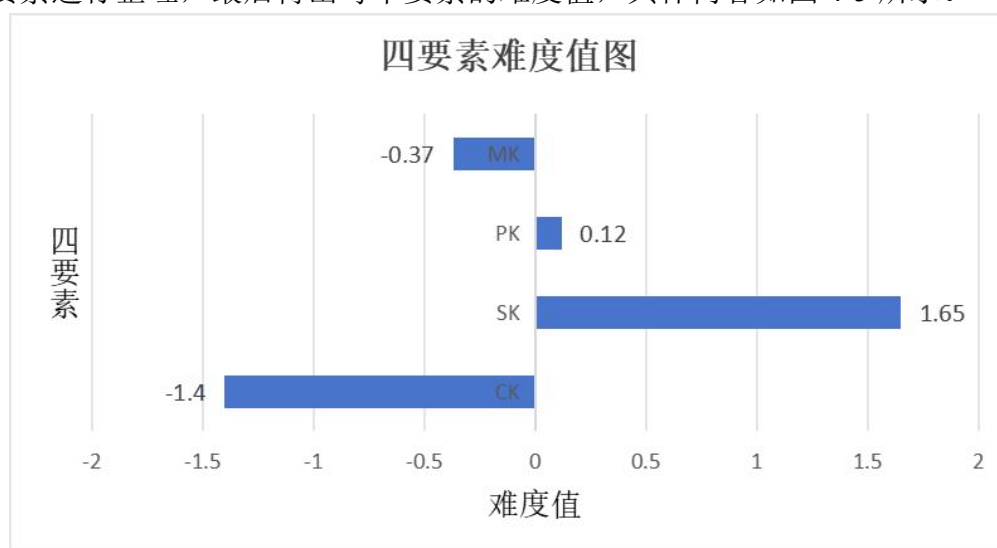


图 4-5 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素难度值

从图中可以看出,基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素难度值按照顺序依次为学科知识难度最低、其次是情境创设知识和课程教学法知识,学生认识知识难度最大。说明小学科学教师 PCK 各要素之间的发展并不均衡。

三、基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素及观测点的具体表现分析

前文笔者对基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 各要素进行整体表现分析,发现其各要素发展并不均衡,针对这一问题,本部分结合被试教师对每道测试题的作答情况,对各要素及其观测点进行具体分析。

（一）学科知识（CK）

“学科知识”要素对应测评工具中的 Q1-1、Q2-1、Q2-2、Q2-3 共四道小题，本研究利用 Winsteps 软件，导出“学科知识”要素的被试水平和项目难度值，其结果如表 4-3 所示。

表 4-3 “学科知识”要素的测评情况

	被试水平	项目难度值
最小值	-5.82	-1.64
最大值	6.16	0.31
平均值	-1.16	-0.35
标准差	2.47	0.76

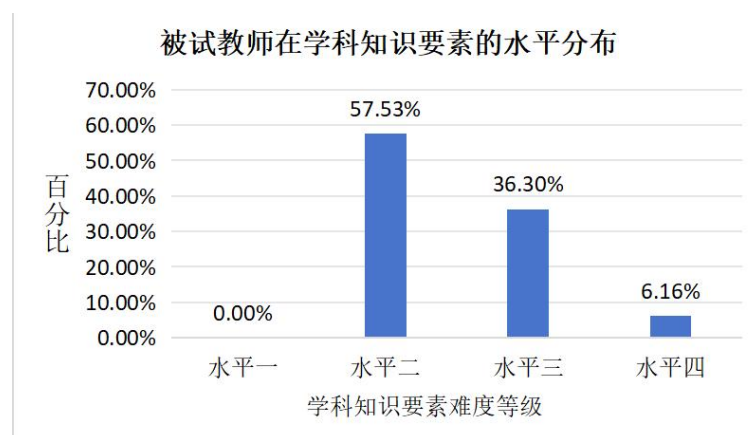


图 4-6 被试教师在学科知识要素的水平分布

由表 4-3 可以看出，被试教师的水平低于项目难度值，说明被试在“学科知识”要素的水平较低。并且，从图 4-6 可以看出，大多数小学科学在学科知识要素的水平分布集中在水平二，只有极少数被试教师水平处于水平四，说明基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 中的学科知识要素还有较大的提升空间。

1. 教师对课标中的教学内容的认识

该观测点主要是通过测评工具中的第二部分“教学设计”进行考查，教师上传有关技术与工程领域的教学设计，笔者针对教学设计中的教学目标进行赋分，从而了解这一观测点的表现情况，具体结果如表 4-4 所示。

表 4-4 “教师对课标中的教学内容的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	0	0.00%
水平二	1	84	57.53%
水平三	2	55	37.67%
水平四	3	7	4.79%

从表可以看出,在小学科学教师对课标中的教学内容的认识方面,有 57.53%的被试教师主要处于水平二,即小学科学教师认识到其上传的教学设计中的教学目标是使学生能够理解主题中所蕴含的科学概念。如有的小学科学教师在上传关于“放大镜”的教学设计时,教师认为这一主题的教学目标是“放大镜是凸透镜,凸透镜具有放大物体图像的功能,用放大镜观察物体,能看到更多的细节”(T35),教师认为在教学过程中主要是培养学生学习相关的科学概念。

其次,有 37.67%的小学科学教师处于水平三,即小学科学教师认识到其上传的教学设计中的教学目标是使学生能够了解主题中所蕴含的科学概念并利用科学概念进行科学探究。如有的小学科学教师在上传关于“量筒”的教学设计时,教师认为这一主题的教学目标是“知道量筒是测量液体体积的工具;认识量筒及其结构组成;知道液体体积的计量单位;并能够在教师的引导下能用正确的方法测量液体体积;能根据量筒特征,自制简易量筒;能通过口述、图示等方式表达自己的设计与想法,并完成制作过程;能对自己和他人的作品提出改进建议”(T26),教师在教学过程中能够意识到科学概念和科学探究的重要性,从而培养学生的创新素养。

此次试测中,仅有 4.79%的小学科学教师处于水平四,即小学科学教师意识到其上传的教学设计中的教学目标是使学生具有科学观念和思维,能够用所学知识理解日常生活、并具有解决生活中的问题的意识。如有的小学科学教师在上传关于“光伏发电系统”的教学设计时,教师认为这一主题的教学目标是“了解光伏发电系统及其各部分的结构和功能;能大胆质疑,针对光伏发电系统从不同视角提出研究思路;采用新的方法和利用肖特基二极管、充电电池等材料,完成探究、设计与制作,培养创新精神。并能在学习的过程中意识到光伏板等科技产品对环境了解人类的好奇和需求是科学技术发展产生的正面和负面影响,自觉采取行动,保护环境”(T2)。这一水平的教师能够在教学过程有意识地培养学生的创新素养,并能够引导学生将学习到的知识运用到日常生活中,有利于创新人才的培养。

通过以上的分析可以得出,大部分小学科学教师在对课标中的教学内容的认识方面更注重学生对科学概念的理解,而忽视了学生创新素养的发展及创新人才的培养。

2. 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新人格的认识

该观测点主要是通过测评工具中的第三部分“调查问卷”的 Q2-1,教师针对上传的教学设计,回答该教学主题中所涉及到学生哪些创新人格,笔者通过被试教师的

作答情况进行赋分，通过分析了解这一观测点的表现情况，具体结果如表 4-5 所示。

表 4-5 “教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新人格的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	27	18.49%
水平二	1	92	63.01%
水平三	2	23	15.75%
水平四	3	4	2.74%

通过表 4-5 可以看出，在教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新人格的认识方面，有 18.49% 的小学科学教师处于水平一，即小学科学教师不了解其教学设计所涉及到的学生创新人格是什么，回答了错误的内容。

有 63.01% 的小学科学教师处于水平二，即小学科学教师知道其教学设计所涉及到的学生创新人格，但没有对其进行展开的描述。如有的被试教师对于这一道题的回答是“好奇心”（T23），被试教师仅仅回答了该主题涉及到学生什么创新人格，但没有对其展开描述，且没有结合教学设计进行作答，说明被试教师对于其上传的教学设计所涉及到的学生的创新人格只有初步的认识。

有 15.75% 的小学科学教师处于水平三，即小学科学教师知道其教学设计所涉及到的学生创新人格，并对其展开的描述，但没有结合教学设计进行说明。如有的被试教师对于这一道题的回答是“培养学生的好奇心，从而对新事物产生浓厚的兴趣，愿意接纳新事物”（T21），被试教师能够对其上传的教学设计中的创新人格有较为深入地理解，了解涉及到的学生创新人格的含义，意识到在教学过程中培养学生的创新人格是有必要的。

有 2.74% 的小学科学教师处于水平四，即小学科学教师知道其教学设计所涉及到的学生创新人格，并结合教学设计在教学环节中进行了具体的说明。如有的被试教师对于这一道题的回答是“在科学课的教学设计中，关于食盐和水泥的教学内容，可以引入以下创新人格：好奇心与探索精神。通过鼓励学生提出问题和疑惑，引导他们主动探索食盐和水泥的成分、性质和用途。提供实验和观察的机会，让学生亲自参与，激发他们的好奇心和对科学的兴趣”（T59）。处于该水平的被试教师，能够熟练掌握学生的创新人格，并深入认识到教学设计中涉及到学生哪些创新人格，从而有利于培养学生的创新素养。

通过以上分析可以看出，小学科学教师在对教授的课程中所涉及到的学生创新人格大部分只有初步的了解，并没有意识到在教学中培养学生创新人格的重要性。

3. 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新思维的认识

该观测点主要考查的是测评工具中的第三部分“调查问卷”的 Q2-2，教师结合上传的教学设计，回答该教学主题中涉及到学生哪些创新思维，笔者结合评分标准对被试教师的作答情况进行赋分，通过分析了解这一观测点的表现情况，具体结果如表 4-6 所示。

表 4-6 “教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新思维的认识”观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	24	16.44%
水平二	1	94	64.38%
水平三	2	21	14.38%
水平四	3	7	4.79%

从表 4-6 可以发现，在小学科学教师对所教授的学习内容中所涉及到学生创新思维方面，有 16.44% 的小学科学教师处于水平一，即被试教师不知道其上传的教学设计涉及到学生哪些创新思维，从而填写了与内容无关的答案。

有 64.38% 的小学科学教师处于水平二，即被试教师仅仅知道其上传的教学设计涉及到学生哪些创新思维，但没有对其进行细致地描述。如有的被试教师回答“发散思维”（T8），被试教师仅仅进行了简单的作答，并不了解其所教授的课程内容与 学生创新思维之间的联系，认识较为模糊。

有 14.38% 的小学科学教师处于水平三，即被试教师能够对其上传的教学设计所涉及到的学生的创新思维进行较为详细地论述。如有的被试教师回答“培养学生的发散思维和辐合思维，能多角度分析与推理，重组和整合产生新的合理的观点”（T121），被试教师会针对涉及到的学生创新思维进行较为详细的描述，可以看出，处于等级三的被试教师对其教授的学习内容中所涉及到的学生的创新思维有着较为深入地理解，能够认识到学生创新思维的具体含义。

有 4.79% 的小学科学教师处于水平四，即被试教师能够结合教学环节对其教学设计所涉及到的学生创新思维进行详细的描述。如有的被试教师回答“通过鸟儿的生活环境来分析翅膀的作用，提高孩子发散思维，探究飞行的时间长短与翅膀大小关系时多角度分析问题”（T20），可以看出，被试教师对学生创新思维有较为深入地了解，能够结合教学设计说明在教学过程中涉及到学生的哪些创新思维，并有针对性地培养学生的创新思维。

通过以上分析可以看出，大部分的被试教师对所教授的学习内容中所涉及到学生

创新思维方面了解得不够深入，无法了解学生的创新思维并进行针对性的培养。

4. 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新实践的认识

该观测点主要考查的是测评工具第三部分“调查问卷”的 Q2-3，教师针对其上传的教学设计回答涉及到学生的哪些创新实践，通过对被试教师的得分进行整理从而对这一观测点进行分析，其结果如表 4-7 所示。

表 4-7 “教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新实践的认识”观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	27	18.49%
水平二	1	83	56.85%
水平三	2	22	15.07%
水平四	3	14	9.59%

由表 4-7 可以看出，在小学科学教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新实践的认识方面，有 18.49% 的被试教师处于水平一，即小学科学教师并不了解学生的创新实践，无法进行作答。

有 56.85% 的小学科学教师处于水平二，即小学科学教师知道涉及到的学生的创新实践，但对其含义并没有进行深入地认识，且无法结合教学设计回答问题。如有的被试教师回答的是“创新重组”（T24），被试教师只是说明了其上传的教学设计能够进行的创新实践，但没有进行详细的描述，且并没有结合教学设计进行论述，可以看出处于等级一的被试教师对这个观测点的认识不足。

有 15.07% 的小学科学教师处于水平三，即被试教师知道涉及到的学生的创新实践是什么，并能对如何开展创新实践进行一定程度的拓展，但并没有结合教学设计进行论述。如有的被试教师的回答是“学生能够根据老师的引导，在实验中小组自己制定创造性的方案，实施方案并解决问题”（T90），可以看出，被试教师对学生的创新实践的含义较为了解，能够详细地论述学生如何实施创新实践，但还是不太熟悉如何将其运用于教学环节中。

有 9.59% 的小学科学教师处于水平四，即小学科学教师知道如何实施学生的创新实践，并能熟练地运用到教学过程中。如有的被试教师回答“引导学生利用食盐和水泥制作实际产品或模型，如盐晶画、水泥模型等。鼓励学生在制作过程中运用科学知识和创造力，尝试不同的制作方法和材料组合。”

通过以上分析可以得出，大部分被试教师在对所教授的学习内容所涉及到的学生的创新实践方面，了解得不够深入，无法在教学过程中了解并培养学生的创新实践。

（二）学生认识知识（SK）

“学生认识知识”要素对应的是测评工具的 Q3、Q4-1、Q4-2、Q4-3 四个观测点，被试水平和项目难度值的结果如表 4-8 所示。

表 4-8 “学生认识知识”要素的测评情况

	被试水平	项目难度值
最小值	-5.38	-0.24
最大值	4.33	0.81
平均值	-0.92	0.41
标准差	1.44	0.39

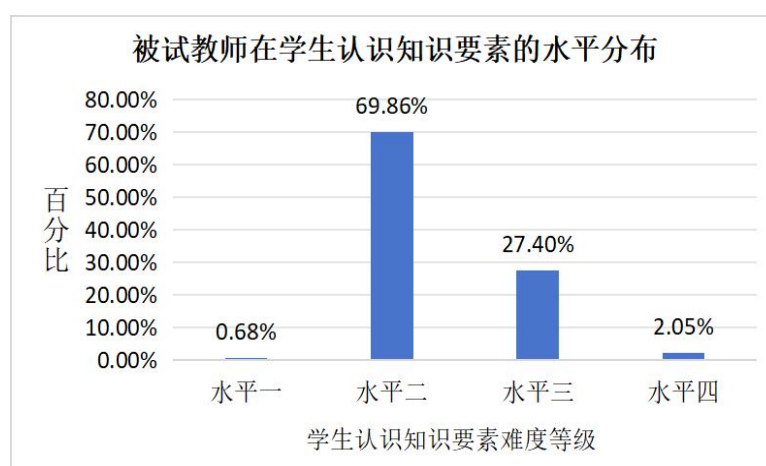


图 4-7 被试教师在学生认识知识要素的水平分布

由表 4-8 可以看出，被试水平低于项目难度值，同时，根据被试教师在“学生认识知识”要素的水平分布可以看出，大部分被试教师处于水平二，说明在“学生认识知识”要素中被试教师的整体水平较低。

1. 教师对学生学习内容的已有知识和能力的认识

该观测点考查的是测评工具的第三部分“调查问卷”Q3，通过对被试的作答情况进行赋分，对这一观测点进行分析，具体内容如表 4-9 所示。

表 4-9 “教师对学生学习内容的已有知识和能力的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	14	9.59%
水平二	1	81	55.48%
水平三	2	40	27.40%
水平四	3	11	7.53%

可以看出，在被试教师对学生学习内容的已有知识和能力的认识方面，有 9.59% 的被试教师处于水平一的阶段，即被试教师对学生已有的知识和能力并不了解，有的

被试教师没有作答或者回答“不了解”（T91）。

有 55.48% 的被试教师处于水平二，即被试教师能够回答出学生的学情。如有的被试教师回答“学生已经对科学产生了浓厚的兴趣，具备了初步的探究能力，对周围世界产生了强烈的好奇心和探究欲望，乐于动手”（T138），这个水平的小学科学教师对学生的学情有一定程度的认识，但并不知道如何运用。

有 27.40% 的被试教师处于水平三，即被试教师知道如何运用学生的学情。如有的被试教师回答“六年级的学生有一定的思想，在一定程度上有竞争意识。可以借助队伍之间的竞争意识，激发学生的学习积极性”（T82），这个水平的小学科学教师对学生学情的认识较为透彻，且知道如何结合学生的学情进行教学，但并没有详细说明是如何在其上传的教学设计中运用的，无法熟练地掌握和运用学生已有的知识和能力。

有 7.53% 的被试教师处于水平四，这一水平的教师回答问题很全面。如有的被试教师回答“学生已经对生活中的水有了认知，但是不能用科学的语言来描述，教学中利用水和其它物质的比较引导学生用规范的语言来描述”（T41）。可以看出被试教师既知道学生的已有知识和能力，又了解学生当前的不足之处，根据这些情况有针对性地进行教学，能够提升教学效率并提高学生的自身能力。

根据以上分析可以得出，大部分被试教师对学生的已有知识和能力了解得较少，无法熟练运用于教学环节中，从而降低了教学效率，无法培养学生的创新素养。

2. 教师对学生关于学习内容的已有的创新人格的认识

该观测点通过测评工具的第三部分“调查问卷”Q4-1 进行考查，被试教师的具体分析结果如表 4-10 所示。

表 4-10 “教师对学生关于学习内容的已有的创新人格的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	35	23.97%
水平二	1	98	67.12%
水平三	2	8	5.48%
水平四	3	5	3.42%

如表 4-10 所示，在被试教师对学生关于学习内容的已有的创新人格的认识方面，有 23.97% 的被试教师处于水平一，处于这一阶段的被试教师不了解学生已有的创新人格是什么，无法对问题进行回答或者回答错误。

有 67.12% 的被试教师处于水平二，如有的被试教师回答“有自信”（T30），可

以看出,被试教师对学生已有的创新人格有所了解,但并不了解其中的含义,无法将其和教学设计相结合,无法正确判断学生关于教学设计的已有的创新人格有哪些,导致不能有效地培养学生的创新素养。

有 5.48%的被试教师处于水平三,如有的被试教师回答“学生的学习兴趣浓厚,对新知识,新事物等都保有一份好奇心”(T6),可以看出,处于水平三的教师对学生已有的创新人格有较为深刻的认识,知道学生关于学习内容的已有的创新人格有哪些,并能做较为详细的说明。

有 3.42%的被试教师处于水平四,如有的被试教师回答“孩子们勇于挑战,敢于尝试,喜欢有挑战性的东西,因此在教学的过程中利用这一特点,学生总能够很快地认识放大镜,了解其功能”(T100),处于水平四的被试教师不仅能够充分了解学生当前已经具有的创新人格是什么,还能根据课程内容,利用学生已有的创新人格有效地开展教学,使学生既能学习课程知识又能提升创新素养。

通过以上分析可以得出,大部分的被试教师对学生已有的创新人格的认识处于低水平阶段,只有初步地了解,其深层次的含义以及如何运用到教学环节中掌握得还不熟练。

3. 教师对学生关于学习内容的创新思维的掌握情况的认识

该观测点考查的是测评工具第三部分“调查问卷”的 Q4-2,通过对被试教师的作答进行赋分得到的数据进行分析,其结果如表 4-11 所示。

表 4-11 “教师对学生关于学习内容的创新思维的掌握情况的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	44	30.14%
水平二	1	87	59.59%
水平三	2	11	7.53%
水平四	3	4	2.74%

如表 4-11 所示,在被试教师对学生关于学习内容的创新思维的掌握情况的认识方面,有 30.14%的被试教师处于水平一,即被试教师不知道学生创新思维的掌握情况,不了解学生是否具备创新思维。

有 59.59%的被试教师处于水平二,如有的被试教师回答“发散思维”(T1),被试教师只是略微了解学生当前所具备的创新思维是什么,但其含义以及如何运用并没有进行具体地说明,无法在课堂上开展培养学生创新素养的教学。

有 7.53%的被试教师处于水平三,如有的被试教师回答“善于因时制宜、知难而

进、开拓创新的思维方式，学生善于突破既有经验的局限，打破常规”（T115），这部分的教师较为了解学生创新思维的掌握情况，知道其创新思维的具体含义，但并没有熟练地运用到教学过程中。

有 2.74% 的被试教师处于水平四，如有的被试教师回答“学生具有发散思维，因此通过在实验中倒水让皮球浮起来，引导学生想是不是其他事物也可以这样做”（T89），可以看出，这部分的被试教师不仅了解学生创新思维的掌握情况，还能根据其含义结合教学设计进行教学，充分发挥学生的创新思维，有助于创新人才的培养。

根据以上分析可以看出，大部分被试教师处于水平二阶段，对学生创新思维的掌握情况的认识较为浅显，无法使学生在课堂上充分发挥创新思维，不能有效地培养学生的创新素养。

4. 教师对学生学习内容的已有的创新实践能力的认识

该观测点考查的是测评工具第三部分“调查问卷”的 Q4-3，针对被试教师的作答情况进行分析的具体结果如表 4-12 所示。

表 4-12 “教师对学生关于学习内容的已有的创新实践能力的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	35	23.97%
水平二	1	89	60.96%
水平三	2	13	8.90%
水平四	3	9	6.16%

通过表 4-12 可以看出，被试教师在对学习内容的已有的创新实践能力的认识方面，有 23.97% 的被试教师处于水平一，即被试教师并不了解学生已有的创新实践能力是什么，针对问题无法作答或者作答错误。

有 60.96% 的被试教师处于水平二，如有的被试教师回答“能产生创造性活动”，被试教师知道学生具备的创新实践能力是什么，但具体含义是什么，如何在教学过程中实施并不了解，因此被试教师对这一部分的内容还是处于较为生疏的阶段。

有 8.9% 的被试教师处于水平三，如有的被试教师回答“孩子在科学课程中可以设计和创新方案，并认真实施，解决问题”（T112），可以看出，这部分的被试教师对学生已有的创新实践能力了解得较为深入，能较为详细地对其进行拓展说明，但并没有结合其上传的教学设计进行说明。

有 6.16% 的被试教师处于水平四，如有的被试教师回答“学生能够运用语言进行描述，自己设计作品，因此在教学时引导学生自创搭建木拱廊桥”（T7），可以看

出,处于水平四阶段的被试教师不仅了解学生所具备的创新实践的能力的具体内容是什么,而且能够结合教学设计有针对性地进行教学,能够熟练培养学生的创新素养。

通过以上分析可以看出,大部分被试教师对学生所具备的创新实践的能力处于初步了解的阶段,并不能熟练地掌握和运用。

(三) 课程教学法知识(PK)

“课程教学法知识”对应的是测评工具的 Q1-2、Q5-1、Q5-2、Q5-3 四道小题,该要素的被试水平和项目难度值的具体结果如表 4-13 所示。

表 4-13 “课程教学法知识”要素的测评情况

	被试水平	项目难度值
最小值	-6.8	-1.16
最大值	5.32	0.64
平均值	-0.56	0.03
标准差	2.30	0.70

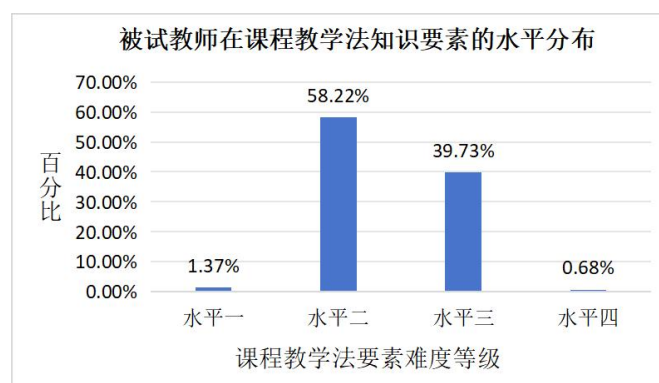


图 4-8 被试教师在课程教学法知识要素的水平分布

由表 4-13 可以看出,被试水平低于项目难度值,同时,根据被试教师在“课程教学法知识”要素的水平分布可以看出,大部分被试教师处于水平二,说明在“课程教学法知识”要素中被试教师的整体水平较低。

1. 教师能够将学习内容以学生易于理解的方式进行表达的认识

该观测点考查的是测评工具第二部分“教学设计”的 Q1-2,对被试教师具体的分析结果如表 4-14 所示。

表 4-14 “教师能够将学习内容以学生易于理解的方式进行表达的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	11	7.53%
水平二	1	79	54.11%
水平三	2	50	34.25%
水平四	3	6	4.11%

可以看出,在被试教师将学习内容以学生易于理解的方式进行表达的认识方面,有 7.53%的被试教师处于水平一,这部分的被试教师在其上传的教学设计中,其授课方式全程主要是以教师为中心,学生并没有参与到思维活动当中。

有 54.11%的被试教师处于水平二,如有的被试教师在其上传有关“修理玩具”(T14)的教学设计中,其教学方式是通过引导学生“观察图片中损坏的玩具”,使学生思考需要哪些工具去修理,之后教师对需要的工具以及各个工具的使用方法进行总结。可以看出,这部分的被试教师仍是以教师为中心进行教学,但在教学过程中学生有了思维活动,可以通过观察进行分析和思考。

有 34.25%的被试教师处于水平三,如有的被试教师在其上传的“技术产品与生活”(T78)的教学设计中,其教学方式是“引导学生猜想如何用木棒搭建一座稳固的桥”,之后教师“给出实验设计方案,引导学生按照方案进行实验,验证猜想”,后又“使学生猜想搭建的桥能够称重多少”,并“指引学生将书放在桥上,验证猜想”,最后教师进行总结。可以看出,这部分的被试教师是以学生为中心进行教学的,在教学过程中通过引导学生猜想、做实验验证猜想等方式得出结论,培养学生的创新人格和创新思维,同时使学生能够更高效地学习课程知识。

有 4.11%的被试教师处于水平四,如有的被试教师在其上传的“沙漏”(T72)的教学设计中,其教学方式是先“介绍沙漏”,之后“猜想能用沙漏做什么”并“引导学生以小组为单位设计并制作一个沙漏”,最后使用自己制作的沙漏“验证自己的猜想”,看实验是否成功。可以看出,这部分的被试也是以学生为中心进行教学的,但与水平三的被试教师不同的是,水平四的被试教师在课堂上善于引导学生自己猜想、提出假设,设计实验并通过实验验证假设,教师在课堂上主要起引导的作用,从而培养学生的创新素养。

根据以上分析可以发现,大部分被试教师处于水平二阶段,即还是以教师为中心进行教学,这并不利于学生创新素养的发展。

2. 教师在教学过程中对培养学生的创新人格的认识

该观测点考查的是测评工具第三部分“调查问卷”Q5-1,对被试教师作答情况进行赋分后进行分析,得出的具体结果如表 4-15 所示。

表 4-15 “教师在教学过程中对培养学生的创新人格的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	45	30.82%

续表 4-15 “教师在教学过程中对培养学生的创新人格的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平二	1	83	56.85%
水平三	2	16	10.96%
水平四	3	2	1.37%

由表 4-15 可以看出,在被试教师对培养学生创新人格的认识方面,有 30.82%的被试教师处于水平一,这部分的被试教师不了解如何培养学生的创新人格,没有进行作答。

有 56.85%的被试教师处于水平二,如有的被试教师回答“兴趣引导”(T9),这部分的被试教师对培养学生创新人格的认识较为模糊,因此只是做了简略的回答,并没有进行更为准确的描述。

有 10.96%的被试教师处于水平三,如有的被试教师回答“根据探索问题,引起孩子们的好奇心,培养孩子们自信、敢于挑战的人格”(T87)。可以看出,这部分的被试教师对培养学生创新人格的认识较为清楚,能够较为明确地描述培养的方法,但并不能熟练地运用于教学环节中。

有 1.37%的被试教师处于水平四,如有的被试教师回答“通过介绍木拱廊桥引起学生的好奇心,在搭建廊桥的活动中锻炼学生敢于尝试、勇于挑战的创新人格”(T28)。可以看出,这部分的被试教师对培养学生创新人格的认识非常明确,并能熟练地运用在教学环节中,知道在哪些教学环节如何培养学生的创新人格。

通过分析可以得出,大部分被试教师对于学生创新人格的培养还是处于较为模糊的阶段,不能熟练地运用于教学环节中,并不利于学生创新人格的发展。

3. 教师在教学过程中对激发学生的创新思维的认识

该观测点考查的是测评工具第三部分“调查问卷”的 Q5-2,针对该观测点分析的具体结果如表 4-16 所示。

表 4-16 “教师在教学过程中对激发学生的创新思维的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	17	11.64%
水平二	1	90	61.64%
水平三	2	37	25.34%
水平四	3	2	1.37%

由表 4-16 可以看出,在被试教师对激发学生创新思维的认识方面,有 11.64%的被试教师处于水平一,这部分的被试教师不清楚如何激发学生的创新思维,因此无法

进行作答。

有 61.64% 的被试教师处于水平二，如有的被试教师回答“自主探究，总结归纳”（T50）。这部分的被试教师对如何激发学生的创新思维有较为模糊的认识，但并不能熟练地运用于教学环节当中。

有 25.34% 的被试教师处于水平三，如有的被试教师回答“将问题抛给学生，让学生通过独立思考、小组合作等方式培养发散思维、聚合思维等创新思维”（T77）。这部分的被试教师对如何激发学生的创新思维有较为清晰地认识，能够有针对性地激发学生的创新思维，但并不能结合教学设计进行说明。

有 1.37% 的被试教师处于水平四，如有的被试教师回答“小组讨论，发散思维，集思广益，引导学生思考用什么样的方法可以不在光直射的情况下，照亮黑暗中的球体”（T96）。可以发现，对于发散思维的培养有的被试教师通过小组讨论、抛出问题的方式激发学生主动思考，因此水平四阶段的被试教师对于激发学生创新思维的认识非常深刻，且能够熟练地运用于教学设计中。

可以看出，大部分被试教师处于低水平阶段，对激发学生创新思维的认识并不深刻，且无法结合教学设计进行教学，并不能有效地培养学生的创新思维。

4. 教师在教学过程中引导学生进行创新实践的认识

该观测点考查的是测评工具第三部分“调查问卷”的 Q5-3，针对被试教师得分的具体的分析结果如表 4-17 所示。

表 4-17 “教师在教学过程中引导学生进行创新实践的认识”的观测点表现情况

等级	分数	人数	百分比
水平一	0	14	9.59%
水平二	1	94	64.38%
水平三	2	35	23.97%
水平四	3	3	2.05%

可以看出，在被试教师对引导学生进行创新实践的认识方面，有 9.59% 的被试教师处于水平一，这部分的被试教师对如何引导学生进行创新实践的方式并不了解，因此无法回答问题。

有 64.38% 的被试教师处于水平二，如有的被试教师回答“创新重组”（T61），这部分的被试教师对如何引导学生的创新实践有着较为模糊的认识，且并不能结合教学设计展开描述。

有 23.97% 的被试教师处于水平三，如有的被试教师回答“鼓励创新，探索新方

案，解决问题”（T47），处于水平三阶段的被试教师对引导学生创新素养的认识相较于水平二的被试教师而言较为深刻，能够详细地说明如何引导，但并没有结合教学设计进行说明。

有 2.05%的被试教师处于水平四，如有的被试教师回答“引导学生找出最佳方案，并选择植物，完成实验装置。并对实验的结果进行猜想。设计实验：植物的根是否具有吸水作用。教师引导学生设想实验方法，讨论防止水分蒸发的方法，提示重要观察点及记录方法”（T55）。可以看出，这部分的被试教师对如何引导学生的创新实践认识得非常明确，知道如何在教学过程中开展有关创新实践的活动，从而培养学生的创新实践能力。

通过以上的分析可以得出，大部分被试教师在该观测点处于低水平阶段，对如何在教学过程中引导学生进行创新实践较为生疏，无法有效地培养学生的创新实践能力。

（四）情境创设知识（MK）

该要素只有一个观测点，无法使用 Winsteps 软件分析被试水平，因此本研究通过观测点分析被试教师在该要素的水平。

1. 教师在教学过程中对能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围的认识

该观测点考查的是测评工具第二部分“教学设计”的 Q1-3，被试教师在该观测点的水平的具体分析结果如表 4-18 所示。

表 4-18 “教师在教学过程中对能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围的认识”的

观测点表现情况			
等级	分数	人数	百分比
水平一	0	10	6.85%
水平二	1	83	56.85%
水平三	2	50	34.25%
水平四	3	3	2.05%

由表 4-18 可以看出，被试教师在教学过程中能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围方面，有 6.85%的被试教师处于水平一的阶段，这部分的被试教师为了节省上课时间，在教学设计中并没有进行情境创设，而是直接进入教学主题，这样的方法并不利于学生学习。

有 56.85%的被试教师处于水平二，如有的被试教师在其上传的教学设计“生物

的启示”(T49)中,在上课导入阶段引用了“鲁班是在一个叶片的启示下发明了锯”,从而引起学生的注意,之后便进入新课“生物的启示”。在后续教学设计中主要是通过研究“葱叶”开展课程,和导入阶段的情境创设并无太大的关系。可以看出,这一阶段的被试教师虽然创设了教学情境,但更多是以引起学生注意为主,并没有结合学生的生活经验。

有 34.25%的被试教师处于水平三,如有的被试教师在其上传的教学设计“我的削笔刀”(T20)中,在新课导入阶段引用了学生“家里面都有哪些人?”,围绕学生身边的家人引入新课,并引导学生思考一下家人生活中的交通工具的变化,使学生思考并作出对比。可以看出,水平三阶段的被试教师在创设情境时能够结合学生熟悉且真实的生活经验出发,并能根据创设的情境开展教学,在教学过程中培养学生的创新思维和创新人格,但不足的是并没有将其贯穿教学全程,并不能使学生将学到的知识引入生活中。

有 2.05%的被试教师水平处于水平四,如有的被试教师在其上传的教学设计“保护土壤”(T75)中,被试教师在新课导入阶段介绍“土壤”,并提问学生在生活中“土壤提供了什么”,通过提问使学生进行思考身边的土壤是作用是什么,之后引出保护土壤的主题,为学生创设保护土壤的情境,提供实验材料并引导学生自行设计保护土壤的实验并实施,并引导学生思考日常是否有破坏土壤,使学生意识到保护土壤的重要性。可以看出,处于水平四阶段的被试教师在进行情境创设时,可以将情境贯穿教学的全程,且能引导学生进行创新实践活动,并能在最后将学到的知识引入到学生的日常生活中,为学生创设熟悉、真实且新颖的情境。

通过以上分析可以得出,大部分被试教师并没有意识到创设情境的重要性,创设情境的目的更多是为了引起学生的注意。

四、小结

根据以上的分析可以得出如下结论:第一,基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素之间相关性较强;第二,通过对各个要素的难度值进行分析发现,学科知识的难度值为-1.4logit,情境创设知识的难度值为-0.37logit,课程教学法知识的难度值为 0.12logit,学生认识知识的难度值为 1.65logit,由此可以得出,在小学科学教师 PCK 四要素中,学科知识难度最低,情境创设知识和课程教学法知识次之,学生认识知识难度最大;第三,通过分析小学科学教师 PCK 在各要素的具体表现,发现

大多数基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 在各要素和各观测点中都处于低水平阶段，无法有效地培养学生的创新素养。

第三节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 群体差异分析

本章前两节对 S 省 L 市 G 县的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 进行了整体以及各要素、各观测点分析，为了更好地了解本研究测评工具和测评结果的有效性，本节通过本研究的测评数据，利用 SPSS 软件对 S 省 L 市 G 县不同群体（性别、职称、课程教授经历、学历、专业、学校类型、办学性质）的小学科学教师进行分析。

一、不同性别的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现分析

（一）总体差异分析

被试教师培养学生创新素养的 PCK 水平可能会由于性别不同而产生差异，本研究的被试教师共 146 人，其中男生 33 人，女生 113 人，为了研究其总体的差异，本研究使用 SPSS 软件对不同性别的小学科学教师 PCK 表现进行独立样本 T 检验，其具体结果如表 4-19 所示。

表 4-19 不同性别被试教师的总体差异分析

性别	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
男	33	5.1970	1.69184	2.896	0.004
女	113	4.3496	1.41206		

由表 4-19 可以看出，P 值为 0.004， $P < 0.05$ ^①，因此小学科学教师 PCK 存在性别差异，从平均值可以看出，男性教师的 PCK 水平显著高于女性教师。

（二）各要素差异分析

1. “学科知识”要素

针对不同性别的被试教师在“学科知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-20 所示。结果显示，P 值为 0.018， $P < 0.05$ ，因此在“学科知识”要素方面小学科学教师 PCK 存在性别差异，男性教师的水平显著高于女性教师。

表 4-20 不同性别被试教师的“学科知识”要素差异分析

性别	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
----	-----	-----	-----	---	---------

^① 肖文博.统计信息化——Excel 与 SPSS 应用[M].北京:北京理工大学出版社,2017,133.

续表 4-20 不同性别被试教师的“学科知识”要素差异分析

性别	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
男	33	1.3561	0.61565	2.388	0.018
女	113	1.1018	0.51391		

2. “学生认识知识”要素

针对不同性别的被试教师在“学生认识知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-21 所示。从检验结果可以看出，P 值为 0.060， $P > 0.05$ ，因此在“学生认识知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在性别差异。

表 4-21 不同性别被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

性别	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
男	33	1.1212	0.51585	1.896	0.060
女	113	0.9580	0.40903		

3. “课程教学法知识”要素

针对不同性别的被试教师在“课程教学法知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-22 所示。从检验结果可以看出，P 值为 0.009， $P < 0.05$ ，说明在“课程教学法知识”要素中小学科学教师 PCK 存在性别差异，男性教师的水平显著高于女性教师。

表 4-22 不同性别被试教师的“课程教学法知识”要素差异分析

性别	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
男	33	1.2955	0.48595	2.656	0.009
女	113	1.0597	0.43721		

4. “情境创设知识”要素

通过对不同性别的被试教师在该要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-23 所示。从检验结果看出，P 值为 0.092， $P > 0.05$ ，说明在“情境创设知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在性别差异。

表 4-23 不同性别被试教师的“情境创设知识”要素差异分析

性别	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
男	33	1.4242	0.56071	1.698	0.092
女	113	1.2301	0.58262		

二、不同职称的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现分析

（一）总体差异分析

为了了解不同职称的被试教师 PCK 差异,统计出不同职称的人数后,得出不同职称的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现值。为了对其总体差异进行分析,本研究使用 SPSS 软件进行单因素方差分析,其具体分析结果如表 4-24 所示。

表 4-24 不同职称被试教师的总体差异分析

职称	个案数	平均值	标准差	F	显著性
无	10	4.3500	1.36524	0.680	0.607
三级教师	33	4.5606	1.54747		
二级教师	10	4.1250	1.17998		
一级教师	65	4.4654	1.50447		
高级教师	28	4.9107	1.67942		

检验结果显示, P 值为 0.607, $P > 0.05$, 说明小学科学教师 PCK 不存在职称差异。

（二）各要素差异分析

1. “学科知识”要素

针对不同职称的被试教师在“学科知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-25 所示。结果显示, P 值为 0.516, $P > 0.05$, 因此在“学科知识”要素方面小学科学教师 PCK 不存在职称差异。

表 4-25 不同职称被试教师的“学科知识”要素差异分析

职称	个案数	平均值	标准差	F	显著性
无	10	0.9750	0.54582	0.817	0.516
三级教师	33	1.1364	0.49249		
二级教师	10	1.1750	0.52770		
一级教师	65	1.1346	0.55389		
高级教师	28	1.3036	0.60230		

2. “学生认识知识”要素

针对不同职称的被试教师在“学生认识知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其具体结果如表 4-26 所示。从表 4-26 可以看出, P 值为 0.680, $P > 0.05$, 因此在“学生认识知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在职称差异。

表 4-26 不同职称被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

职称	个案数	平均值	标准差	F	显著性
无	10	1.0500	0.40483	0.577	0.680
三级教师	33	1.0152	0.40955		
二级教师	10	0.8250	0.28988		
一级教师	65	0.9769	0.45009		
高级教师	28	1.0536	0.43891		

3. “课程教学法知识”要素

针对不同职称的被试教师在“课程教学法知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-27 所示。从检验结果可以看出, P 值为 0.628, $P > 0.05$,说明在“课程教学法知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在职称差异。

表 4-27 不同职称被试教师的“课程教学法知识”要素差异分析

职称	个案数	平均值	标准差	F	显著性
无	10	1.1250	0.35843	0.650	0.628
三级教师	33	1.0758	0.49008		
二级教师	10	1.0250	0.47799		
一级教师	65	1.0923	0.45836		
高级教师	28	1.2321	0.45097		

4. “情境创设知识”要素

通过对不同职称的被试教师在该要素的表现值进行单因素方差分析,其分析结果如表 4-28 所示。从具体结果可以看出, P 值为 0.810, $P > 0.05$,说明在“情境创设知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在职称差异。

表 4-28 不同职称被试教师的“情境创设知识”要素差异分析

职称	个案数	平均值	标准差	F	显著性
无	10	1.2000	0.63246	0.387	0.810
三级教师	33	1.3333	0.59512		
二级教师	10	1.1000	0.56765		
一级教师	65	1.2615	0.56670		
高级教师	28	1.3214	0.61183		

三、不同课程教授经历的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现分析

（一）总体差异分析

在进行调查时,笔者发现当前存在一位教师承担多门课程任务的情况,为了了解兼职的小学科学教师和专职的小学科学教师在培养学生创新素养方面的 PCK 是否存在差异,本研究使用 SPSS 软件进行独立样本 T 检验,其检验结果如表 4-29 所示。

表 4-29 不同课程教授经历被试教师的总体差异分析

是否是专职 科学教师	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
是	33	6.3439	1.97235	2.184	0.031
否	113	5.4689	2.03958		

根据检验结果可以发现, P 值为 0.031, $P < 0.05$, 因此小学科学教师 PCK 存在课程教授经历差异, 同时通过平均值看出, 专职教师的水平高于兼职教师, 说明教授多门课程对小学科学教师 PCK 还是有一定影响的。

（二）各要素差异分析

1. “学科知识”要素

针对不同课程教授经历的被试教师在“学科知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验, 其检验结果如表 4-30 所示。

表 4-30 不同课程教授经历的被试教师的“学科知识”要素差异分析

是否是专职 科学教师	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
是	33	1.2273	0.54973	0.811	0.419
否	113	1.1394	0.54684		

通过检验结果可以看出, P 值为 0.419, $P > 0.05$, 说明在“学科知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在课程教授经历差异。

2. “学生认识知识”要素

针对不同课程教授经历的被试教师在“学生认识知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验, 其检验结果如表 4-31 所示。

表 4-31 不同课程教授经历被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

是否是专职 科学教师	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
是	33	1.1742	0.37752	2.727	0.007
否	113	0.9425	0.44321		

从检验结果可以看出，P 值为 0.007， $P < 0.05$ ，因此在“学生认识知识”要素中小学科学教师 PCK 存在课程教授经历差异，通过平均值得出，专职教师的水平高于兼职教师。

3. “课程教学法知识”要素

针对不同课程教授经历的被试教师在“课程教学法知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-32 所示。

表 4-32 不同性别被试教师的“课程教学法知识”要素差异分析

是否是专职 科学教师	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
是	33	1.2576	0.45708	2.086	0.039
否	113	1.0708	0.45127	2.086	0.039

从检验结果可以看出，P 值为 0.039， $P < 0.05$ ，说明在“课程教学法知识”要素中小学科学教师 PCK 存在课程教授经历差异，专职科学教师的水平高于兼职科学教师。

4. “情境创设知识”要素

通过对不同课程教授经历的被试教师在“情境创设知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-33 所示。

表 4-33 不同课程教授经历被试教师的“情境创设知识”要素差异分析

是否是专职 科学教师	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
是	33	1.3030	0.58549	0.325	0.745
否	113	1.2655	0.58275		

从检验结果看出，P 值为 0.745， $P > 0.05$ ，说明在“情境创设知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在课程教授经历差异。

四、不同教龄的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现分析

（一）总体差异分析

为了了解不同任教科学课程教龄的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平差异,本研究根据前文划分的新手型教师、熟手型教师、专家型教师的教龄,使用 SPSS 软件对不同教龄的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 进行总体差异分析,具体分析结果如表 4-34 所示。

表 4-34 不同教龄被试教师的总体差异分析

教龄	个案数	平均值	标准差	F	显著性
0-2	59	4.4407	1.38600	0.297	0.743
3-10	59	4.5636	1.58563		
≥11	28	4.7054	1.66257		

可以得出, P 值为 0.743, $P > 0.05$, 说明小学科学教师 PCK 不存在教龄差异。

（二）各要素差异分析

1. “学科知识”要素

对不同教龄的被试教师在“学科知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其具体结果如表 4-35 所示。

表 4-35 不同教龄被试教师的“学科知识”要素差异分析

教龄	个案数	平均值	标准差	F	显著性
0-2	59	1.2797	0.51921	0.752	0.473
3-10	59	1.3941	0.59850		
≥11	28	1.4107	0.66741		

根据检验结果可知, P 值为 0.473, $P > 0.05$, 说明在“学科知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在教龄差异。

2. “学生认识知识”要素

对不同教龄的被试教师在“学生认识知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其具体结果如表 4-36 所示。

表 4-36 不同教龄被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

教龄	个案数	平均值	标准差	F	显著性
0-2	59	0.9831	0.43763	0.039	0.962

续表 4-36 不同教龄被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

教龄	个案数	平均值	标准差	F	显著性
3-10	59	1.0000	0.43052	0.039	0.962
≥11	28	1.0089	0.47377		

由分析结果可知, P 值为 0.962, $P > 0.05$, 说明在“学生认识知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在教龄差异。

3. “课程教学法知识”要素

对不同教龄的被试教师在“课程教学法知识”要素的表现值进行单因素方差分析, 其具体表现结果如表 4-37 所示。由检验结果可得, P 值为 0.967, $P > 0.05$, 因此在“课程教学法知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在教龄差异。

表 4-37 不同教龄被试教师的“课程教学法知识”要素差异分析

教龄	个案数	平均值	标准差	F	显著性
0-2	59	1.1483	0.77002	0.034	0.967
3-10	59	1.1568	0.56458		
≥11	28	1.1875	0.61473		

4. “情境创设知识”要素

针对不同教龄的被试教师在“情境创设知识”要素的表现值进行单因素方差分析, 具体结果如表 4-38 所示。

表 4-38 不同教龄被试教师的“情境创设知识”要素差异分析

教龄	个案数	平均值	标准差	F	显著性
0-2	59	1.4068	0.79043	0.293	0.747
3-10	59	1.5085	0.85848		
≥11	28	1.3929	0.83174		

根据结果可知, P 值为 0.747, $P > 0.05$, 说明在“情境创设知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在教龄差异。

五、不同学历的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现分析

(一) 总体差异分析

为了探索不同学历的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 差异, 本研究针对 26 名大专生、118 名本科生和 2 名硕士研究生, 使用 SPSS 软件进行单因素方差

分析,对不同学历的小学科学教师 PCK 的总体差异进行分析,具体分析结果如表 4-39 所示。

表 4-39 不同学历被试教师的总体差异分析

学历	个案数	平均值	标准差	F	显著性
大专	26	5.0769	1.46419	2.422	0.092
本科	118	4.4089	1.51335		
硕士研究生	2	5.3750	0.88388		

由检验结果可知, P 值为 0.092, $P > 0.05$, 说明小学科学教师 PCK 不存在学历差异。

(二) 各要素差异分析

1. “学科知识”要素

针对不同学历的被试教师在“学科知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-40 所示。

表 4-40 不同学历被试教师的“学科知识”要素差异分析

学历	个案数	平均值	标准差	F	显著性
大专	26	1.3173	0.58974	1.546	0.217
本科	118	1.1208	0.53682		
硕士研究生	2	1.3750	0.17678		

结果显示, P 值为 0.217, $P > 0.05$, 因此在“学科知识”要素方面小学科学教师 PCK 不存在学历差异。

2. “学生认识知识”要素

针对不同学历的被试教师在“学生认识知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-41 所示。

表 4-41 不同学历被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

学历	个案数	平均值	标准差	F	显著性
大专	26	1.0673	0.55927	1.263	0.286
本科	118	0.9725	0.40927		
硕士研究生	2	1.3750	0.17678		

从检验结果可以看出, P 值为 0.286, $P > 0.05$, 因此在“学生认识知识”要素中

小学科学教师 PCK 不存在学历差异。

3. “课程教学法知识”要素

针对不同学历的被试教师在“课程教学法知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-42 所示。

表 4-42 不同学历被试教师的“课程教学法知识”要素差异分析

学历	个案数	平均值	标准差	F	显著性
大专	26	1.2308	0.33108	1.054	0.351
本科	118	1.0869	0.48191		
硕士研究生	2	1.1250	0.17678		

从检验结果可以看出, P 值为 0.351, $P > 0.05$, 说明在“课程教学法知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在学历差异。

4. “情境创设知识”要素

通过对不同学历的被试教师在该要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-43 所示。

表 4-43 不同性别被试教师的“情境创设知识”要素差异分析

学历	个案数	平均值	标准差	F	显著性
大专	26	1.4615	0.58177	1.882	0.156
本科	118	1.2288	0.57603		
硕士研究生	2	1.5000	0.70711		

从检验结果看出, P 值为 0.156, $P > 0.05$, 说明在“情境创设知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在学历差异。

六、不同专业的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现分析

(一) 总体差异分析

当前我国虽然日渐重视科学教育的发展,但几乎没有大学开设科学教育的相关专业,为了满足学校的需求,当前的大多数小学科学教师由之前的科学教师和其他专业的教师来担任小学科学教师。为了了解不同专业的被试教师在培养学生创新素养方面的 PCK 总体差异,本研究结合被试教师的作答情况,将专业划分为理工科、文科及其他两类,并使用 SPSS 软件进行独立样本 T 检验,具体结果如表 4-44 所示。

表 4-44 不同专业被试教师的总体差异分析

专业	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
理工科	93	4.6022	1.50914	0.643	0.521
文科及其他	53	4.4340	1.53653		

由检验结果可知，P 值为 0.521， $P > 0.05$ ，说明小学科学教师 PCK 并不存在专业差异。

（二）各要素差异分析

1. “学科知识”要素

针对不同专业的被试教师在“学科知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-45 所示。

表 4-45 不同专业被试教师的“学科知识”要素差异分析

专业	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
理工科	93	1.1801	0.56309	0.609	0.543
文科及其他	53	1.1226	0.52031		

结果显示，P 值为 0.543， $P > 0.05$ ，因此在“学科知识”要素方面小学科学教师 PCK 不存在专业差异。

2. “学生认识知识”要素

针对不同专业的被试教师在“学生认识知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-46 所示。

表 4-46 不同专业被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

专业	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
理工科	93	1.0108	0.41526	0.578	0.564
文科及其他	53	0.9670	0.48048		

从检验结果可以看出，P 值为 0.564， $P > 0.05$ ，因此在“学生认识知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在专业差异。

3. “课程教学法知识”要素

针对不同专业的被试教师在“课程教学法知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-47 所示。

表 4-47 不同专业被试教师的“课程教学法知识”要素差异分析

专业	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
理工科	93	1.1210	0.43709	0.277	0.782
文科及其他	53	1.0991	0.49599		

从检验结果可以看出，P 值为 0.782， $P > 0.05$ ，说明在“课程教学法知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在专业差异。

4. “情境创设知识”要素

通过对不同专业的被试教师在该要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-48 所示。从检验结果看出，P 值为 0.654， $P > 0.05$ ，说明在“情境创设知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在专业差异。

表 4-48 不同专业被试教师的“情境创设知识”要素差异分析

专业	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
理工科	93	1.2903	0.60037	0.449	0.654
文科及其他	53	1.2453	0.55142		

七、不同学校类型的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现分析

（一）总体差异分析

为了了解不同学校类型的被试教师在培养学生创新素养方面的 PCK 表现及其差异，本研究使用 SPSS 软件对其进行单因素方差分析，其具体结果如表 4-49 所示。

表 4-49 不同学校类型被试教师的总体差异分析

学校类型	个案数	平均值	标准差	F	显著性
城区小学	88	4.3125	1.41180	3.050	0.050
乡镇中心小学	19	5.1579	1.64825		
乡村教学点	39	4.7564	1.60025		

由检验结果可知， $P=0.05$ ，说明小学科学教师 PCK 存在学校类型差异。为了探索不同学校类型的小学科学教师 PCK 的具体差异，本研究进行事后多重比较，以便了解是哪几种学校类型有显著差异，具体结果如表 4-50 所示。

表 4-50 不同学校类型被试教师的事后多重比较分析

(I) 学校类型	(J) 学校类型	平均值 (I-J)	标准误差	显著性
城区小学	乡镇中心小学	-0.84539*	0.37820	0.027

续表 4-50 不同学校类型被试教师的事后多重比较分析

(I) 学校类型	(J) 学校类型	平均值 (I-J)	标准误差	显著性
乡镇中心小学	乡村教学点	-0.44391	0.28759	0.125
	城区小学	0.84539*	0.37820	0.027
	乡村教学点	0.40148	0.41827	0.339
乡村教学点	城区小学	0.44391	0.28759	0.125
	乡镇中心小学	-0.40148	0.41827	0.339

从表 4-50 可以看出,城区小学和乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 存在学校类型差异,乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 的水平高于城区小学,乡村教学点和城区小学、乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 不存在学校类型差异。

(二) 各要素差异分析

1. “学科知识”要素

针对不同学校类型的被试教师在“学科知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-51 所示。

表 4-51 不同性别被试教师的“学科知识”要素差异分析

学校类型	个案数	平均值	标准差	F	显著性
城区小学	88	1.0597	0.50286	3.818	0.024
乡镇中心小学	19	1.3158	0.62273		
乡村教学点	39	1.3077	0.56621		

结果显示, P 值为 0.024, $P < 0.05$, 说明在“学科知识”要素方面小学科学教师 PCK 存在学校类型差异。进一步使用单因素方差分析进行检验,事后多重比较结果如表 4-52 所示。

表 4-52 不同学校类型被试教师的“学科知识”要素事后多重比较分析

(I) 学校类型	(J) 学校类型	平均值 (I-J)	标准误差	显著性
城区小学	乡镇中心小学	-0.25613	0.13572	0.061
	乡村教学点	-0.24803*	0.10321	0.018
乡镇中心小学	城区小学	0.25613	0.13572	0.061
	乡村教学点	0.00810	0.15010	0.957
乡村教学点	城区小学	0.24803	0.10321	0.018

续表 4-52 不同学校类型被试教师的“学科知识”要素事后多重比较分析

(I) 学校类型	(J) 学校类型	平均值 (I-J)	标准误差	显著性
乡村教学点	乡镇中心小学	-0.00810	0.15010	0.957

根据以上结果可知,城区小学和乡村教学点的小学科学教师 PCK 之间存在学校类型差异,乡村教学点的小学科学教师 PCK 的水平高于城区小学。

2. “学生认识知识”要素

针对不同学校类型的被试教师在“学生认识知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-53 所示。

表 4-53 不同学校类型被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

学校类型	个案数	平均值	标准差	F	显著性
城区小学	88	0.9489	0.42911	3.508	0.033
乡镇中心小学	19	1.2368	0.60366		
乡村教学点	39	0.9809	0.32639		

从检验结果可以看出, P 值为 0.033, $P < 0.05$, 因此在“学生认识知识”要素中,小学科学教师 PCK 存在学校类型差异,进一步使用单因素方差分析进行检验,事后多重比较结果如表 4-54 所示。

表 4-54 不同学校类型被试教师的“学生认识知识”要素事后多重比较分析

(I) 学校类型	(J) 学校类型	平均值 (I-J)	标准误差	显著性
城区小学	乡镇中心小学	-0.28798*	0.10916	0.009
	乡村教学点	-0.03191	0.08301	0.701
乡镇中心小学	城区小学	0.28798*	0.10916	0.009
	乡村教学点	0.25607*	0.12073	0.036
乡村教学点	城区小学	0.03191	0.08301	0.701
	乡镇中心小学	-0.25607*	0.12073	0.036

可以看出,城区小学和乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 存在学校类型差异,且乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 的水平高于城区小学,乡镇中心小学和乡村教学点的小学科学教师 PCK 存在学校类型差异,乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 水平高于乡村教学点。

3. “课程教学法知识”要素

针对不同学校类型的被试教师在“课程教学法知识”要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-55 所示。从检验结果可以看出, P 值为 0.147, $P>0.05$, 因此在“课程教学法知识”要素中中小学科学教师 PCK 不存在学校类型差异。

表 4-55 不同学校类型被试教师的“课程教学法知识”要素差异分析

学校类型	个案数	平均值	标准差	F	显著性
城区小学	88	1.0540	0.46338	1.946	0.147
乡镇中心小学	19	1.2368	0.37707		
乡村教学点	39	1.1859	0.46847		

4. “情境创设知识”要素

通过对不同学校类型的被试教师在该要素的表现值进行单因素方差分析,其检验结果如表 4-56 所示。从检验结果看出, P 值为 0.722, $P>0.05$, 说明在“情境创设知识”要素中中小学科学教师 PCK 不存在学校类型差异。

表 4-56 不同学校类型被试教师的“情境创设知识”要素差异分析

学校类型	个案数	平均值	标准差	F	显著性
城区小学	88	1.2500	0.57235	0.326	0.722
乡镇中心小学	19	1.3684	0.59726		
乡村教学点	39	1.2821	0.60475		

八、不同办学性质的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现分析

(一) 总体差异分析

为了探索不同办学性质的小学科学教师在培养学生创新素养方面的 PCK 总体差异,本研究使用 SPSS 软件进行独立样本 T 检验,其具体结果如表 4-57 所示。可以看出, P 值为 0.807, $P>0.05$, 说明小学科学教师 PCK 不存在办学性质差异。

表 4-57 不同办学性质被试教师的总体差异分析

办学性质	个案数	平均值	标准差	t	显著性(双尾)
公办	139	4.5342	1.50789	-0.245	0.807
民办	7	4.6786	1.79533		

（二）各要素差异分析

1. “学科知识”要素

针对不同办学性质的被试教师在“学科知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-58 所示。结果显示，P 值为 0.665， $P > 0.05$ ，因此在“学科知识”要素方面小学科学教师 PCK 不存在办学性质差异。

表 4-58 不同办学性质被试教师的“学科知识”要素差异分析

办学性质	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
公办	139	1.1637	0.54649	0.434	0.665
民办	7	1.0714	0.59010		

2. “学生认识知识”要素

针对不同办学性质的被试教师在“学生认识知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-59 所示。从检验结果可以看出，P 值为 0.115， $P > 0.05$ ，因此在“学生认识知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在办学性质差异。

表 4-59 不同办学性质被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

办学性质	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
公办	139	0.9820	0.43784	-1.584	0.115
民办	7	1.2500	0.40825		

3. “课程教学法知识”要素

针对不同办学性质的被试教师在“课程教学法知识”要素的表现值进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-60 所示。从检验结果可以看出，P 值为 0.550， $P > 0.05$ ，说明在“课程教学法知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在办学性质差异。

表 4-60 不同性别被试教师的“学生认识知识”要素差异分析

办学性质	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
公办	139	1.1079	0.45748	-0.599	0.550
民办	7	1.2143	0.48795		

4. “情境创设知识”要素

通过对不同办学性质的被试教师在该要素的得分进行独立样本 T 检验，其检验结果如表 4-61 所示。从检验结果看出，P 值为 0.543， $P > 0.05$ ，说明在“情境创设知识”要素中小学科学教师 PCK 不存在办学性质差异。

表 4-61 不同办学性质被试教师的“情境创设知识”要素差异分析

办学性质	个案数	平均值	标准差	t	显著性（双尾）
公办	139	1.2806	0.57771	0.610	0.543
民办	7	1.1429	0.69007		

九、小结

通过对 S 省 L 市 G 县不同群体的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现进行分析，可以得出以下结论：

（一）基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 存在性别差异，对四要素进行分析时发现，在学科知识要素和课程教学法知识要素中，小学科学教师 PCK 也存在性别差异，男性小学科学教师 PCK 水平都显著高于女性小学科学教师。

（二）基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 存在课程授课经历差异，同时对四要素进行具体分析时发现，在学生认识知识要素和课程教学法知识要素中，小学科学教师 PCK 也存在课程教授经历差异，专职小学科学教师 PCK 水平都显著高于兼职小学科学教师。

（三）基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 存在学校类型差异，乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 水平显著高于城区小学，对四要素进行具体分析时发现，在学科知识要素和学生认识知识要素中，小学科学教师 PCK 也存在学校类型差异，且在学科知识要素中，乡村教学点的小学科学教师 PCK 水平显著高于城区小学，在学生认识知识要素中，乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 水平显著高于城区小学和乡村教学点。

（四）不同职称、教龄、学历、专业办学性质的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平虽然有差异，但并不显著。

第四节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 结果讨论

在前文对 S 省 L 市 G 县的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 进行分析的基础上，本节围绕测评数据，针对 S 省 L 市 G 县的测评结果进行讨论。

一、基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 整体水平较低

通过对第二轮实测的数据进行分析时发现，基于学生创新素养培育的小学科学教

师 PCK 整体水平较低。随着教龄的增长,基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 整体呈现上升的趋势,但有的小学科学教师发展得快,有的小学科学教师发展得慢。呈现这样的结果可能是因为当前小学科学教师队伍专业性不强,专业教师较少,且几乎没有经历过专业化、系统化的科学教育训练^①,有数据显示,当前小学科学教师的专业知识和实践能力仍旧不足,且小学科学教师教研共同体存在缺失、教师培训匮乏的情况^②,同时教育部基础教育教学指导委员会科学教学专委会主任、北京师范大学科学教育研究院院长郑永和表示科学教师缺乏科学实践的经历,不了解科学的本质很难培养出具有较高科学素养和创新意识的学生^③,因此对于开展创新科学教育的意识较为薄弱,从而忽视了学生创新素养的培养。

二、基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 各要素水平较低

通过分析可知,在基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素中,按照难度顺序排序,学科知识难度最小,情境创设知识和课程教学法知识次之,学生认识知识最难,同时,被试教师在各要素和各观测点中也大部分处于低水平阶段。呈现这样的结果可能是因为虽然我国逐渐重视科学教育的发展,例如习近平总书记指出,要在教育“双减”中做好科学教育加法^④。且自 2017 年出台了《小学科学课程标准》之后,小学科学教师对科学知识的了解更为深入,同时通过集体备课、交流研讨等教研活动,可以帮助教师解决教学中的问题^⑤。但由于科学教育的起步较晚,科学教师队伍建设不足,导致当前大多数为兼职科学教师,教学任务较为繁重,同时经过和相关专业的小学科学教师交流时发现,科学课有时会被其他课程所调换或者取代,导致小学科学教师对于学生已有的知识和能力很难去深入了解,因此学生认识知识最难。

三、基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 群体差异

本部分针对不同群体的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 表现差异进行讨论,并对小学科学教师 PCK 不存在职称、教龄、学历、专业办学性质差异的原因进行分析。

^① 王晓生.小学科学教师队伍建设:价值使命、现实羁绊与实践路径[J].中国教育学报,2023(06):91-95.

^② 中华人民共和国教育部.中小学科学教育开辟科教融合新路径——打造中小学科学教师“梦之队”[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202212/t20221223_1035860.html.2022-12-23.

^③ 郑永和,周丹华,王晶莹.科学教育的本质内涵、核心问题与路径方法[J].中国远程教育,2023,43(09):1-9+27.

^④ 中华人民共和国教育部.在教育“双减”中做好科学教育加法[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202306/t20230619_1064850.html.2023-06-19.

^⑤ 中华人民共和国教育部.创新初中数学区域教研模式,提高教研活动实效性的探究[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_2082/2023/2023_zl17/202309/t20230915_1080498.html.2023-09-15.

（一）基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 性别差异

通过分析得知,基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 存在性别差异,对各要素进一步分析可知,在学科知识要素和课程教学法要素中存在性别差异,男性教师的 PCK 水平均显著高于女性教师。呈现这样的结果可能是因为,在进行科学教学时,男性教师的思维较为活跃,在教学时更有益于实施创新型教学。有研究发现,男性教师性格宽容豁达、幽默诙谐、思维敏捷等的优点,在培养学生的逻辑思维和创新意识方面有明显的优势^①。郑永和在《我国小学科学教师队伍现状、影响与建议:基于 31 个省份的大规模调研》的调查中,也发现男性在一般教学法、学科教学法和实践性智慧的均值皆高于女性^②。同时有研究指出,女性教师的自我效能感低于男性教师,在科学方面尤其明显^③。这可能也是导致男性科学教师“培养学生创新素养”的 PCK 水平高于女性教师的原因之一。

（二）基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 课程教授经历差异

针对不同的课程教授经历的被试教师进行分析时发现,基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 总体上存在课程授课经历差异。对各要素进一步分析时发现,在学生认识知识和课程教学法知识要素中,小学科学教师 PCK 存在课程授课经历差异,且专职科学教师的 PCK 水平均高于兼职科学教师。呈现这种结果可能是因为,兼职科学教师需要承担多个学科的教学任务,有研究表明,在课时量较高的情况下,有七成的科学教师承担各类兼任工作,特别是非教学的事务性、行政性工作较为繁琐^④,导致兼职科学教师并没有太多的精力准备科学课程的内容,从而忽视了学生在这方面的学情,也没有办法花费太多精力培养学生的创新素养。

（三）基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 学校类型差异

根据前文的分析得出,小学科学教师 PCK 存在学校类型差异,乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 总体水平显著高于城区小学,且在学生认识知识要素中也显著高于城区小学。呈现这样的结果可能是因为与城区小学相比,乡镇中心小学的教学环境更为宽松,来自外界的压力较小,且乡镇中心小学的班额也比城区小学的班额要小,所以乡镇中心小学的教师有更为充足的时间鼓励、了解每个学生并进行多角度思考,

^① 惠中,韩苏曼.论我国中小学教师队伍建设中的性别结构失衡问题[J].全球教育展望,2011,40(10):66-71.

^② 郑永和,杨宣洋,王晶莹等.我国小学科学教师队伍现状、影响与建议:基于 31 个省份的大规模调研[J].华东师范大学学报(教育科学版),2023,41(04):1-21.

^③ 王雨婷.数学、科学教师性别与学生成绩关系大[J].人民教育,2021(11):31.

^④ 孙慧芳,王钦忠,黄瑄等.小学科学教师队伍专业发展现状及提升策略——基于对北京市 2222 名小学科学教师的调研分析[J].中小学管理,2023(06):34-37.

从而愿意花费更多的精力进行科学课程教学并培养学生的创新素养。同时,在学生认识知识要素中,乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 水平显著高于乡村教学点的小学科学教师。这可能是因为乡村教学点的教师供给不足导致的,相对于乡镇中心小学而言,乡村教学点当前的教师资源配置仍旧紧缺,甚至出现多个班级共用一个老师的情况,紧缺的教师资源导致没有足够的科学教师进行科学教育工作,教师更多关注的是数学、语文、英语等主要科目的学生学习情况,从而忽略了在科学教育中学生的认识知识。在学科知识要素中,乡村教学点的小学科学教师 PCK 水平显著高于城区小学的小学科学教师,这可能与国家近几年推行的“优师计划”有关。我国越来越重视乡村教师的培养,并大力推进乡村教师队伍建设的高效率改革和高质量发展,从而使乡村小学教师的水平显著提高。

(四) 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 不存在职称、教龄、学历、专业办学性质差异

根据前文分析可以得出,不同职称、教龄、学历、专业办学性质的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平虽然有差异,但并不显著,分析其原因可能是我国重视科学教育的起步较晚,科学教师的数量不多。虽然自 2017 年出台了《小学科学课程标准》之后,小学科学教师的需求量增多,但是针对科学教师的培养并不能与当前的需求相匹配,因此尽管有的科学教师有较长的任教科学课程的教龄、较高的职称和学历等,但对于新出台的《义务教育科学课程(2022 年版)》的内容并不熟悉,所以存在的差异并不显著。

第五节 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 发展建议

鉴于前文的测评数据以及对 S 省 L 市 G 县的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评结果的分析和讨论,本节围绕基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 四要素,针对 S 省 L 市 G 县的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 提出发展建议。

一、提升学科知识的发展水平

学科知识是基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 四要素之一,教师的学科知识在整个教学过程中提供导向和调控作用。通过测评基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 发现,大部分小学科学教师的学科知识水平较低,对于新课标实施

背景下的学科知识的掌握程度不足,因此提升小学科学教师的学科知识发展水平是十分必要的。

首先,深入研究新课标的基本内容以及提出的育人要求,明确新课标中关于学科知识的要求。同时通过对小学科学教材的深入研究,明确不同主题的学科知识应该培养学生哪些创新素养,发挥新课标的指导价值。除此之外,小学科学教师还可以通过课前交流、课堂提问、课后作业等方法,对学生已有知识和能力进行深入地了解,结合新课标的要求,根据学生的发展水平制订出有利于培养学生创新素养的教学目标。当小学科学教师真正全面细致地理解了新课标中所蕴含的学科知识后,会对自己的教学方式方法有所改变,同时教学重点也会更加精准,在培养学生创新素养的同时,也会相应地提高自己的学科知识发展水平。

二、注重对学生认识知识的了解与掌握

学生是学习的主体,小学科学教师对学生认识知识的了解与掌握是基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 的重要组成部分之一。通过测评基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 发现,大部分小学科学教师对学生已有知识和能力并不了解,无法在教学过程中提出可行的培养学生创新素养的策略。因此小学科学教师需注重对学生认识知识的了解与掌握,从学生已有的知识和能力出发,帮助学生建立清晰的知识网络,采取恰当的教学方式开展教学。

小学科学教师可以通过仔细研读小学科学教材,多与学生进行课前交流,全面了解学生已经掌握的知识和已有的能力,选择最合适的教学方法,采取有针对性的教学策略,实现有效教学。其次,小学科学教师可以通过课堂提问、随堂测验等方式及时掌握学生的学习情况,多关注学生的思维发展特点、及时有效地与学生沟通,反馈学生的学习问题,进而调整教学方法,提高教学效率。

三、丰富课程教学法知识的理论与实践

在教学过程中,小学科学教师应更注重引导学生采取主动性和自发性获取知识的方法,而不是通过传统的教学方式简单地传授给学生知识,或者使学生被动地接受知识的方式。但测评基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 时发现,大部分小学科学教师的课程教学法知识比较薄弱,主要采用教师讲授为主的方式。

因此,应加强课程教学法知识理论的学习。良好的教学实践需要丰富的理论支撑,小学科学教师应广泛阅读相关书籍和文献,积累教学理论知识和科学教学策略知识,

有助于小学科学教师更有效地应用课程教学法知识。此外，应加强课例教学研究。小学科学教师可以通过观摩优秀教学课例，从中学习优秀教师应用的教学方法和教学内容的表征方式，以及如何根据学生实际情况调整教学策略等，通过对比自身的课堂教学，进行教学反思。小学科学教师要注重运用一定的教学策略，吸引学生学习的兴趣，激发学生学习的热情，以此加深学生对知识的理解与巩固。

四、丰富和强化情境创设知识

通过此次基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评结果发现，教师在教学过程中并不重视情境的创设，且缺乏相关的专业知识，教学活动情境单一。将科学知识应用于情境中，使学生能够使用科学知识解决生活中的问题，是情境创设的关键所在。

情境的创设必须与现实生活相联系，即学生能在生活中所见所闻的事物，而且必须是学生能理解的事物。在教学过程中，将教学知识与情境创设适当的融合，根据实际情况适当在情境中渗透科学知识，但要排除其他知识的干扰，突出教学内容的主体地位，否则学生很可能会沉浸在情境中，忽略了科学知识的学习。在日常教学过程中，小学科学教师要具有善于观察与思考生活的习惯，在生活中挖掘与科学有关的知识，将科学知识与生活联系起来，设计出合适的情境。

第五章 结论与展望

本研究通过文献研究法构建了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架，并以此为基础开发了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具，之后采用教育测量法、问卷调查法对测评工具的质量进行了检验和修正，并结合测试数据概括了 S 省 L 市 G 县的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 发展现状。本节主要根据前文的研究得出研究结论，并反思其中的不足，提出研究展望。

第一节 研究结论

本研究以构建基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架和开发基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具为主要研究目标，并使用测评工具对小学科学教师进行测评和分析，所得出的研究结论有以下几点。

一、开发了一套信效度较好的测评工具

本研究以基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架为基础，参考了洛克伦团队提出的 CoRe 工具，从特定主题的角度出发，聚焦技术与工程领域，开发了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评工具。测评工具采用教学设计和开放式问题相结合的形式，共五道大题，13 道小题，与观测点一一对应。测评工具评分标准的制订是参考美国密歇根州立大学教师教育学院开发的基于学习进阶的教师 PCK 测评工具，每个题目设定了四个水平，并结合被试教师的作答情况，制定了详细的评分标准。

本研究测评工具的质量主要是通过咨询相关领域的专家和采用项目反应理论中的 Rasch 模型进行检验。通过咨询专家和试测，对测评工具和评分标准进行了修正和质量检验，检验结果得出本研究的测评工具有较好的信度和效度。之后为了进一步验证测评工具的质量，本研究进行了一次大规模的实测，结合实测数据采用项目反应理论中的 Rasch 模型再次对测评工具进行质量检验，结果得出本研究的信度、效度、区分度均在合理范围内，说明本研究的测评工具有较好的信度、效度和区分度，测评工具较为可靠，能够进行基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评。

二、测评了山东省西部某县域小学科学教师的 PCK 现状

通过测评 S 省 L 市 G 县的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK，得出如

下结论:

(一) 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平较低, 随着教龄的增长, 整体表现呈现上升的趋势, 但有的小学科学教师 PCK 发展得快, 有的小学科学教师 PCK 发展得慢。

(二) 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 各要素之间有高度的相关性, 且四要素的难度顺序依次为学科知识最容易, 情境创设知识和课程教学法知识次之, 学生认识知识最难。并且在各要素和观测点中, 大部分小学科学教师 PCK 处于低水平阶段。

(三) 从不同群体的差异性分析来看, 第一, 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 存在性别差异, 男性小学科学教师 PCK 水平显著高于女性小学科学教师; 第二, 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 存在课程授课经历差异, 专职小学科学教师 PCK 水平显著高于兼职小学科学教师; 第三, 基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 存在学校类型差异, 乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 水平显著高于城区小学。第四, 不同职称、教龄、学历、专业办学性质的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平虽然有差异, 但并不显著。

三、结合测评结果提出了基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 发展建议

针对测评结果, 本研究结合基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 四要素提出发展建议。第一, 要提升学科认识的发展水平, 小学科学教师应深入研究新课标, 明确不同主题的学科知识应培养学生哪些创新素养, 制订出促进学生创新素养发展的教学目标; 第二, 要注重对学生认识知识的了解与掌握, 小学科学教师应与学生进行深入的交流, 了解学生掌握的知识和已有的能力, 从而选择最合适的教学方法, 提高教学效率; 第三, 丰富课程教学法知识的理论与实践, 加强课程教学法知识理论的学习, 并通过观摩优秀课例, 提升教学实践能力; 第四, 丰富和强化情境创设知识, 将情境创设与学生生活相结合, 在情境中渗透科学知识, 突出教学内容的主体地位, 设计出合适的情境。

第二节 研究不足与展望

在研究的过程中, 由于条件和空间等的限制, 导致研究仍有不足之处, 同时在研究的过程和结果中, 也意识到对于培养学生创新素养方面的 PCK 需要继续更为深入、

广泛的研究，这是本研究需要在日后继续加以完善的内容。

一、研究不足

（一）被试的选择较为单一

本研究虽然进行了较大规模的测试，但是受研究条件的限制，本研究被试的选择均来自一个县城，其 PCK 水平差距并不大，导致被试之间水平的区分度不高，缺少高水平的被试。因此，在后续的测试中，应扩大被试的选择范围，增加高水平的被试。

（二）测评工具需进一步优化

受条件和时间的限制，本研究在第二轮大规模试测时，仍有两道小题不符合单维性要求，应在后续针对这一问题继续修改并大范围的测试，使其更为完善。

（三）被试作答的积极性较低可能影响测试结果

在测试时，本研究与被试教师交流时了解到，因为测试的内容较为生疏，且被试教师需要结合教学设计进行作答，因此部分被试教师在进行作答时可能会出现消极对待、不认真答题的情况，这种现象的发生可能会影响测试的结果。因此在后续研究中，应对如何提高被试作答的积极性进行进一步的探讨，从而提高测试结果的准确性。

（四）测试方式不够全面

本研究因为受条件的限制，只能通过线上测评问卷的方式进行，从而缺少了对被试教师的过程性检验。通过对小学科学教师的课堂进行观察，更能够全面地了解基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 发展现状。因此在后续的研究中，应考虑将课堂观察融入测试过程中，使测试结果更为准确。

二、研究展望

（一）加强基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 能力

本研究对被试教师进行分析时发现，基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平普遍较低。当前我国逐渐重视创新人才的培养，教师是塑造创新人才和培养学生创新素养的关键人物。党的二十大明确提出“人才培养靠教育，教育改革要服务好人才强国建设，聚焦国家对拔尖创新型人才的急切渴望，从基础教育抓起，通过教学模式、评价方式等方面的变革提升中小学生创新素养”^①。因此，如何有效地提升基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 能力，使其能够提高学生创新素养的水平，培养创新型人才，是还需深入研究的课题。

^① 中华人民共和国教育部.实施科教兴国战略强化人才支撑——论学习贯彻党的二十大精神[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202211/t20221102_697098.html.2022-11-02.

（二）深入研究不同群体的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 现状

本研究在对不同群体的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 现状进行分析时发现，男性小学科学教师的 PCK 水平显著高于女性小学科学教师，专职小学科学教师的 PCK 整体水平显著高于兼职小学科学教师，乡镇中心小学的小学科学教师 PCK 的总体水平显著高于城区小学，且不同职称、教龄、学历、专业办学性质的小学科学教师 PCK 水平虽然有差异，但并不显著，呈现这些现象的原因都值得在后续中进行更为深入地研究和分析，从而能够高效地提升基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 水平。

（三）开发更多不同教学领域的 PCK 测评工具

本研究针对技术与工程领域开发了相应的测评工具，也对测评工具进行了质量和可行性检验，验证了测评工具的科学性，为开发更多不同教学领域的培养学生创新素养方面的 PCK 测评工具提供了可能。在后续的研究中，可以开发更多不同教学领域的 PCK 测评工具，从而全面地了解教师在培养学生创新素养方面的 PCK 水平，促进教师的教学专业化发展。

（四）进一步验证测评工具和测评结果的可靠性

本研究通过使用测评工具对技术与工程领域的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 进行测评，在后续的研究中，可以通过访谈法或其他研究方法进一步验证测评工具和测评结果的可靠性。

参考文献

一、著作类

- [1] Magnusson S, Krajcik J, Borko H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching[M].Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education. Dordrecht: Springer Netherlands, 1999: 95-132.
- [2] 林崇德.创新人才与教育创新研究[M].北京:经济科学出版社,2009.
- [3] 吉尔福特.创造性才能——它们的性质、用途与培养(施良方等译)[M].北京:人民教育出版社,1991.
- [4] Torrance E P. The search for satori & creativity[M].New York:Creative Education Foundation, Buffalo, 1979.
- [5] 周治金, 谷传华. 创造心理学[M].北京:中国社会科学出版社, 2015.
- [6] 胡卫平.青少年科学创造力的发展与培养[M].北京:北京师范大学出版社,2003.
- [7] 林崇德.创造性心理学[M].北京:北京师范大学出版集团,2018.
- [8] 教育部基础教育课程教材专家工作委员会.义务教育小学科学课程标准解读[M].北京:高等教育出版社,2017.
- [9] 现代汉语辞海委员会.现代汉语辞海[M].北京:中国书籍出版社,2003.
- [10] 金瑜.心理测量[M].上海:华东师范大学出版社,2001.
- [11] 许祖慰.项目反应理论及其在测验中的应用[M].上海:华东师范大学出版社,1992.
- [12] 教育部师范教育司.教师专业化的理论与实践[M].北京:人民教育出版社,2003.
- [13] 张维仪.教师教育-改革与发展热点问题透视[M].南京:南京师范大学出版社,2000.
- [14] 罗伯特·J·斯滕伯格.创造力手册(施建农等译)[M].北京:北京理工大学出版社,2005.
- [15] 肖文博.统计信息化——Excel 与 SPSS 应用[M].北京:北京理工大学出版社,2017.

二、期刊类

- [1] 甘秋玲,白新文,刘坚等.创新素养:21 世纪核心素养 5C 模型之三[J].华东师范大学学报(教育科学版),2020,38(02):57-70.
- [2] Shulman S L.Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching [J]. Journal of Education, 2013, 193 (3): 1-11.
- [3] Shulman S L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform[J]. Harvard educational review,

- 1987, 57(1): 1-23.
- [4] Marks R. Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception[J]. Journal of teacher education, 1990, 41(3): 3-11.
- [5] Geddis A N. Transforming subject - matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching[J]. International journal of science education, 1993, 15(6): 673-683.
- [6] Park S, Oliver J S. Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals[J]. Research in science Education, 2008, 38: 261-284.
- [7] Loughran J, Milroy P, Berry A, et al. Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs[J]. Research in Science Education, 2001, 31(2): 289-307.
- [8] Loughran J, Mulhall P, Berry A. In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2004, 41(4): 370-391.
- [9] Veal W R, MaKinster J G. Pedagogical content knowledge taxonomies[J]. The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education, 1999, 3: N4/A.
- [10] Cochran K F, DeRuiter J A, King R A. Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation[J]. Journal of teacher Education, 1993, 44(4): 263-272.
- [11] 白益民. 学科教学知识初探[J]. 现代教育论丛, 2000(04): 27-30.
- [12] 廖元锡. PCK——使教学最有效的知识[J]. 教师教育研究, 2005(06): 39-42.
- [13] 刘清华. 学科教学知识的结构观[J]. 河南大学学报(社会科学版), 2005(01): 134-137.
- [14] 冯茁, 曲铁华. 从 PCK 到 PCKg: 教师专业发展的新转向 [J]. 外国教育研究, 2006, (12): 58-63.
- [15] 杨彩霞. 教师学科教学知识: 本质、特征与结构[J]. 教育科学, 2006(01): 60-63.
- [16] 唐泽静, 陈旭远. 学科教学知识视域中的教师专业发展 [J]. 东北师大学报(哲学社会科学版), 2010, (05): 172-177.
- [17] 李斌辉. 中小学教师 PCK 发展策略 [J]. 教育发展研究, 2011, 31 (06): 47-52.
- [18] 李伟胜. 学科教学知识(PCK)的核心内涵辨析 [J]. 西南大学学报(社会科学版), 2012, 38 (01): 26-31.
- [19] 张茂林. 教师专业成长与 PCK 的互动研究 [J]. 教育研究与实验, 2016, (04): 40-44.
- [20] Tamir P. Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education[J]. Teaching and

- teacher education, 1988, 4(2): 99-110.
- [21] 罗秀玲. PCKg 理论及其对化学师范生教育教学的启示[J]. 化学教育, 2014, 35 (01): 51-53.
- [22] Park S, Oliver J S. National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate teachers' PCK development[J]. Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 2008, 45(7): 812-834.
- [23] Mavhunga E, Rollnick M. Improving PCK of chemical equilibrium in pre-service teachers[J]. African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 2013, 17(1-2): 113-125.
- [24] Park S, Jang J Y, Chen Y C, et al. Is pedagogical content knowledge (PCK) necessary for reformed science teaching? : Evidence from an empirical study[J]. Research in Science Education, 2011, 41: 245-260.
- [25] 鲍银霞. TEDS-M 对数学教学知识评价工具的研制及启示[J]. 课程教学研究, 2013(3): 28-32. 50.
- [26] 汤杰英, 周兢. 测评教师学科教学知识的工具开发——基于对美国埃里克森学院所开发工具的介绍和验证[J]. 教育科学, 2013, 29(05): 86-90.
- [27] Aydeniz M, Kirbulut Z D. Exploring challenges of assessing pre-service science teachers ' pedagogical content knowledge (PCK)[J]. Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 2014, 42(2): 147-166.
- [28] Amabile T M. The social psychology of creativity: A componential conceptualization[J]. Journal of personality and social psychology, 1983, 45(2): 357.
- [29] Baer J, Kaufman J C. Bridging generality and specificity: The amusement park theoretical (APT) model of creativity[J]. Roeper review, 2005, 27(3): 158-163.
- [30] Csikszentmihalyi M. Flow and the psychology of discovery and invention[J]. HarperPerennial, New York, 1997, 39: 1-16.
- [31] Kaufman J C, Beghetto R A. Beyond big and little: The four c model of creativity[J]. Review of general psychology, 2009, 13(1): 1-12.
- [32] 曹红旗, 王桂亮. 创新素养与课程开发 [J]. 教育研究, 2003, (09): 80-84.
- [33] 师保国, 高云峰, 马玉赫. STEAM 教育对学生创新素养的影响及其实施策略 [J]. 中国电化教育, 2017, (04): 75-79.
- [34] 魏锐, 刘坚, 白新文等. “21 世纪核心素养 5C 模型” 研究设计[J]. 华东师范大学学报(教育科学

- 版),2020,38(02):20-28.
- [35] 黄四林,张叶,莫雷等. 核心素养框架下创新素养的关键指标 [J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2021, (02): 27-36.
- [36] 王蕊,王捷,楚天舒. 中国学生创新素养的相关因素及政策建议——基于大数据分析模型的实证研究 [J]. 全球教育展望, 2023, 52 (09): 3-21.
- [37] Rhodes M. An analysis of creativity[J]. The Phi delta kappan, 1961, 42(7): 305-310.
- [38] 方飞,朱宏芳,刘建才.论中小学教师创新素养的构成[J].江西教育科研,2007(12):65-66.
- [39] 师保国.教师的创新素养:意义、内涵及其提升[J].人民教育,2018,(Z2):23-27.
- [40] 尹逊朋.指向创新素养培育的普通高中项目式教学实践与研究[J].中国教育学刊,2022(04):96-100.
- [41] 袁维新.学科教学知识:一个教师专业发展的新视角[J].外国教育研究,2005(03):10-14.
- [42] 陈益,孙夕礼.促进学生认识发展的学科教学认识的构建——以“原电池”为例[J].化学教育(中英文), 2018, 39 (01): 27-32.
- [43] 王向东.基于学科教学认知的地理知识教学策略探讨[J].课程.教材.教法, 2014, 34 (06): 67-71.
- [44] 陈允任.教育实习经历对化学职前教师 PCK_g 发展的影响——以高中化学实习教师的个案研究为例[J].化学教育, 2015, 36 (14):45-49.
- [45] Zhang W, Birdsall S. Analysing early childhood educators' science pedagogy through the lens of a pedagogical content knowing framework[J]. Australasian Journal of Early Childhood, 2016, 41(2): 50-58.
- [46] 王祖浩,杨玉琴.基于 Rasch 模型的“化学实验认知能力”测验工具编制及测评研究[J].化学教育,2012,33(09):95-102+108.
- [47] 王晓生.小学科学教师队伍建设:价值使命、现实羁绊与实践路径[J].中国教育学刊,2023(06):91-95.
- [48] 郑永和,周丹华,王晶莹.科学教育的本质内涵、核心问题与路径方法[J].中国远程教育,2023,43(09):1-9+27.
- [49] 惠中,韩苏曼.论我国中小学教师队伍建设中的性别结构失衡问题[J].全球教育展望,2011,40(10):66-71.
- [50] 郑永和,杨宣洋,王晶莹等.我国小学科学教师队伍现状、影响与建议:基于 31 个省份的大规模调研[J].华东师范大学学报(教育科学版),2023,41(04):1-21.
- [51] 王雨婷.数学、科学教师性别与学生成绩关系大[J].人民教育,2021(11):31.
- [52] 孙慧芳,王钦忠,黄瑄等.小学科学教师队伍专业发展现状及提升策略——基于对北京市 2222 名小

学科学教师的调研分析[J].中小学管理,2023(06):34-37.

三、学位论文类

[1] 杨玉琴.化学学科能力及其测评研究[D].上海:华东师范大学,2012.

四、其他

[1] 中华人民共和国教育部.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020 年)[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/201007/t20100729_171904.html.2010-07-29.

[2] 国务院.国家创新驱动发展战略纲要[EB/OL].http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/19/content_5074812.htm.2016-5-19.

[3] 国务院.中国教育现代化 2035[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm.2019-2-23.

[4] 中华人民共和国中央人民政府.习近平:高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL].https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm.2022-11-25.

[5] 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.

[6] 杨振坦.加强教师队伍建设 实现教师教育体系化[N].福建日报,2018-07-16(009).

[7] 中华人民共和国教育部.强化小学科学教师专业化建设[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202307/t20230711_1068276.html.2023-07-11.

[8] 中华人民共和国教育部.中小学科学教育开辟科教融合新路径——打造中小学科学教师“梦之队”[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202212/t20221223_1035860.html.2022-12-23.

[9] 中华人民共和国教育部.在教育“双减”中做好科学教育加法[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202306/t20230619_1064850.html.2023-06-19.

[10] 中华人民共和国教育部.创新初中数学区域教研模式,提高教研活动实效性的探究[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_2082/2023/2023_zl17/202309/t20230915_1080498.html.2023-09-15.

[11] 中华人民共和国教育部.教育部办公厅关于加强小学科学教师培养的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7011/202205/t20220525_630368.html.2022-05-19.

[12] 中华人民共和国教育部.实施科教兴国战略强化人才支撑——论学习贯彻党的二十大精神[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202211/t20221102_697098.html.2022-11-02.

附 录

附录 1：基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架构建的专家咨询问卷

尊敬的专家老师：

您好！我们正在开展《基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架构建》的调查问卷，此次调查旨在构建更加科学合理的基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评框架。现烦请您就关于基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 要素观测点的相关问题表达您的真实看法和意见。

【基本信息】

1. 您的性别（ ）

A.男 B.女

2. 您的教龄为（ ）

A. 5 年以下 B. 5—10 年 C. 10 年以上

3. 您目前所从事的职业是（ ）

A.科学教研员 B.小学科学教师 C.高校科学教育教师 D.高校心理学教师

【咨询问卷】

创新素养：创新素养是指个人在日常生活经验，以及解决问题的过程中产生的新颖的、有价值的成果，是对个人能力、创造力发展的一种表现方式。包括创新人格、创新思维和创新实践三个要素。

PCK：PCK（pedagogical content knowledge）译为学科教学知识，是指教师在整合学科知识、教学经验等的基础上，能否将其有效地转化、组织成学生容易理解的知识，包括学科知识、学生认识知识、课程教学法知识、情境创设知识四要素。

为了能够对 PCK 的各个要素进行有效的测评，本研究针对每个要素提出了 2—4 个观测点，请您对下面列出的每一个要素的观测点按照您的认同程度由低到高进行打分（认同度 1：非常不认同，认同度 2：比较不认同，认同度 3：不清楚，认同度 4：比较认同，认同度 5：非常认同）。

1. 要素一：学科知识的观测点认同度调查

要素	观测点	认同度选项				
		1	2	3	4	5
学科知识	教师对所教授的学习内容的认识					
	教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新人格的认识					
	教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新思维的认识					
	教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新实践的认识					
对于以上观测点的确定，您的建议是：						
在这个要素中，您认为还可能有哪些观测点？						

2. 要素二：学生认识知识的观测点认同度调查

要素	观测点	认同度选项				
		1	2	3	4	5
学生认识知识	教师对学生学习内容的已有知识和经验的认识					
	教师对学生学习内容的已有的创新人格的认识					
	教师对学生学习内容的创新思维的掌握情况的认识					
	教师对学生学习内容的已有的创新实践能力的认识					
对于以上观测点的确定，您的建议是：						
在这个要素中，您认为还可能有哪些观测点？						

3. 要素三：课程教学法知识的观测点认同度调查

要素	观测点	认同度选项				
		1	2	3	4	5
课程教学法知识	教师能够将学习内容以学生易于理解的方式进行表达的认识					
	教师在教学过程中对培养学生的创新人格的认识					
	教师在教学过程中对激发学生的创新思维的认识					
	教师在教学过程中对引导学生进行创新实践的认识					
对于以上观测点的确定，您的建议是：						
在这个要素中，您认为还可能有哪些观测点？						

4. 要素四：情境创设知识的观测点认同度调查

要素	观测点	认同度选项				
		1	2	3	4	5
情境创设知识	教师在教学过程中为学生创设探究性学习氛围等创新实践的认识					
对于以上观测点的确定，您的建议是：						
在这个要素中，您认为还可能有哪些观测点？						

附录 2：基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评问卷（初始版）

亲爱的老师：

您好！我是聊城大学课程与教学论专业研究生。我的研究是开发一个关于小学科学教师基于特定主题的培养学生创新素养方面的学科教学知识（PCK）工具，需要您填写下面问卷，欢迎您的参与！您的个人隐私将被保密，在参与过程中没有任何可预见的风险。所得结果只被用于研究，没有对错之分。非常感谢您的支持和帮助！

【第一部分】相关概念界定

创新素养定义：创新素养是指个人在日常生活经验，以及解决问题的过程中产生的新颖的、有价值的成果，是对个人能力、创造力发展的一种表现方式。包括创新人格、创新思维和创新实践三个要素。

创新人格：在教学过程中引起学生的好奇心，使学生能够在好奇心的驱使下，敢于质疑观点，并勇于尝试探究实践，形成具有好奇心、开放、冒险等的创新人格。

创新思维：在教学过程中使学生能够熟练掌握重组思维、发散思维、突破定势等创新思维的方法，并能够逐渐熟练运用，提出具有新颖性和合理性的观点，解决当前面对的问题。

创新实践：使学生初步具有提出探究问题、制订探究计划的探究实践能力，并能够根据探究计划进行实践，在实践中创新。

PCK：PCK（Pedagogical Content Knowledge）译为学科教学知识，是指教师在整合学科知识、教学经验等的基础上，能否将其有效地转化、组织成学生容易理解的知识，包括学科知识、学生认识知识、课程教学法知识、情境创设知识四要素。

【第二部分】个人信息

1. 您的性别: ☐男 ☐女
2. 您的职称: ()
3. 您是否专职科学教师? ☐是 ☐否
4. 如果您是专职科学教师, 您任教科学教龄 _____。
5. 如果您是兼职科学教师, 您任教科学教龄 _____, 您的另一门任教学科是_____。
6. 您的学历: ☐中师 ☐大专 ☐本科 ☐硕士研究生 ☐博士研究生
7. 您的专业: ☐科学教育 ☐物理 ☐化学 ☐生物 ☐数学 ☐地理 ☐小学教育
(主教理科) ☐小学教育(不分方向) 其他 ()
8. 您任教学校的类型: ☐城区小学(设街道办事处行政区划) ☐乡镇中心小学 ☐乡村教学点
9. 您任教学校的办学性质: ☐公办 ☐民办 ☐其他

【第三部分】教学设计

一、请您根据《义务教育科学课程标准(2022年版)》的基本理论和内容, 聚焦技术与工程领域, 上传一篇内容详细的教学设计(图片或 Word 文档形式)。教学设计要求有: 教学目标、教学重难点、教学工具、教学过程、板书设计等。

【第四部分】调查问卷

这一部分是结合您上传的教学设计, 回答如下问题。

二、关于您上传的教学设计, 您认为它涉及到学生的哪些创新素养? 请围绕创新素养的三要素进行详细说明(如: 在上传的教学设计中, 该主题在……环节中涉及到培养学生的……等创新人格。在上传的教学设计中, 该主题在……环节涉及到培养学生的……等创新思维。在上传的教学设计中, 该主题在……环节涉及到培养学生……等创新实践)。

三、关于您上传的教学设计, 您认为学生学情如何? 您是如何利用学情进行教学设计的?

四、关于您上传的教学设计, 您认为学生目前应该已经具备了哪些创新素养? 您是如何利用创新素养进行教学的? 请围绕创新素养的三要素进行详细说明(如: 在上传的教学设计中, 学生目前应该已经具备了……等创新人格, 在……教学环节中利用学生的……等创新人格进行……。在上传的教学设计中, 学生目前应该已经具备了……等创

新思维,在……教学环节中利用学生的……等创新思维进行……。在上传的教学设计中,学生目前应该已经具备了提出……的创新实践,在……教学环节中利用学生……的创新实践进行……)。

五、关于您上传的教学设计,您如何培养学生的创新素养?请围绕创新素养的三要素进行详细说明(如:在上传的教学设计中,通过……方式培养了学生的好奇心等创新人格。在上传的教学设计中,通过……方式培养了学生的发散思维等创新思维。在上传的教学设计中,通过……方式培养了学生……等创新实践)。

附录 3：基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 评分标准（初始版）

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
一、请您根据《义务教育科学课程标准（2022 年版）》的基本理论和内容，聚焦技术、工程与社会领域，上传一篇内容详细的教学设计（图片或 Word 文档形式）教学设计要求有：教学目标、教学重难点、教学工具、教学过程、板书设计等	Q1-1：教师对课标中的教学内容的认识	一	0	不知道教学目标或者没有作答
		二	1	本主题的教学目标并没有体现创新素养
		三	2	本主题的教学目标只体现部分的创新素养
		四	3	本主题的教学目标充分体现了创新素养
	Q1-2：教师能够将学习内容以学生易于理解的方式进行表达的认识	一	0	以教师为中心进行教学，学生并没有参与思维活动或者没有作答
		二	1	以教师为中心进行教学，学生通过阅读和观察进行整合，利用创新思维进行分析和思考

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
		三	2	以学生为中心进行教学，学生通过思考、合作，将创新思维和创新人格相结合得出研究结论
		四	3	以学生为中心进行教学，学生通过思考、合作等提出问题，作出假设，设计实验，验证假设，进行创新实践，从而得出结论
	Q1-3: 教师在教学过程中对能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围的认识	一	0	没有为学生进行情境创设或者没有作答
		二	1	为学生创设熟悉且真实的学习情境
		三	2	为学生创设熟悉且真实的问题情境，进行探究实践
		四	3	以教师为中心进行教学，学生通过阅读和观察进行整合，利用创新思维进行分析和思考
二、关于您上传的教学设计，您认为它涉及到学生的哪些创新素养？请围绕创新素养的三要素进行详细说明(如：在上传的教学设计中，该主题在……环节中涉及到培养学	Q2-1: 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新人格的认识	一	0	不知道本主题所涉及到的学生创新人格或者没有作答

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
生的……等创新人格 在上传的教学设计中，该主题在……环节涉及到培养学生的……等创新思维 在上传的教学设计中，该主题在……环节涉及到培养学生……等创新实践)		二	1	知道本主题所涉及到的学生创新人格，但没有说明如何运用在教学环节中
		三	2	知道本主题所涉及到的创新人格，只是说明在教学环节中有所运用，但没有具体说明，或者运用在错误的教学环节中
		四	3	知道本主题所涉及到的创新人格，并结合主题在教学环节中进行了具体的说明，在教学环节中产生好奇心、开放、冒险、挑战等精神
	Q2-2: 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新思维的认识	一	0	不知道本主题所涉及到的学生创新思维或者没有作答
		二	1	知道本主题所涉及到的学生创新思维，但没有说明如何运用在教学环节中
		三	2	知道本主题所涉及到的学生创新思维，只是说明在教学环节中有所运用，但没有具体说明，或者运用在错误的教学环节中
		四	3	知道本主题所涉及到的学生创新思维，并结合主题在教学环节中进行了具体的说明，在教学环节中进行发散思维、辐合思维、重组思维、突破定势等

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
	Q2-3: 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新实践的认识	一	0	不知道本主题所涉及到的学生创新实践或者没有作答
		二	1	知道本主题所涉及到的学生创新实践, 但没有说明如何运用在教学环节中
		三	2	知道本主题所涉及到的学生创新实践, 只是说明在教学环节中有所运用, 但没有具体说明, 或者运用在错误的教学环节中
		四	3	知道本主题所涉及到的学生创新实践, 并结合主题在教学环节中进行了具体的说明, 在教学环节中进行创新实践、设计方案进行实践、对已有方案进行重组创新等
三、关于您上传的教学设计, 您认为学生学情如何? 您是如何利用学情进行教学设计的?	Q3: 教师对学生学习内容的已有知识和能力的认识	一	0	认为学生没有已有知识和能力或者没有作答
		二	1	认为学生具有已有的知识和能力, 但没有说出如何运用
		三	2	认为学生具有已有知识和能力, 但只是在教学过程中引导学生回忆已有知识
		四	3	认为学生具有已有知识和能力, 并能够在教学过程中将学生的新旧知识进行联系和应用
四、关于您上传的教学设计, 您认为学生目前	Q4-1: 教师对学生学习内容的已有的	一	0	不知道本主题学生应该具备的创新人格或者没有作答

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
应该已经具备了哪些创新素养？您是如何利用创新素养进行教学的？请围绕创新素养的三要素进行详细说明(如：在上传的教学设计中，学生目前应该已经具备了……等创新人格，在……教学环节中利用学生的……等创新人格进行……在上传的教学设计中，学生目前应该已经具备了……等创新思维，在……教学环节中利用学生的……等创新思维进行……在上传的教学设计中，	创新人格的认识	二	1	知道学生应该具备的创新人格，但没有说明如何运用在教学环节中

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
学生目前应该已经具备了提出.....的创新实践,在.....教学环节中利用学生.....的创新实践进行.....)		三	2	知道学生应该具备的创新人格,只是说明在教学环节中有所运用,但没有具体说明,或者不能正确地利用学生的创新人格进行教学
		四	3	知道学生应该具备的创新人格,并能正确地利用学生的创新人格进行教学,包括对主题内容产生兴趣、愿意接纳、愿意尝试等
	Q4-2: 教师对学生学习内容的创新思维的掌握情况的认识	一	0	不知道本主题学生应该具备的创新思维或者没有作答
		二	1	知道本主题学生应该具备的创新思维,但没有说明如何运用在教学环节中
		三	2	知道本主题学生应该具备的创新思维,只是说明在教学环节中有所运用,但没有具体说明,或者不能正确地利用学生的创新思维进行教学
		四	3	知道本主题学生应该具备的创新思维,并能正确地利用学生的创新思维进行教学,包括引导学生从多角度、多思路分析、整合等
	Q4-3: 教师对学生学习内容的已有的创新实践能力的认识	一	0	不知道本主题学生应该具备的创新实践或者没有作答

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
		二	1	知道本主题学生应该具备的创新实践，但没有说明如何运用在教学环节中
		三	2	知道本主题学生应该具备的创新实践，只是说明在教学环节中有所运用，但没有具体说明，或者不能正确地利用学生的创新实践进行教学
		四	3	知道本主题学生应该具备的创新实践，并能正确地利用学生的创新实践进行教学，包括引导学生设计方案、对已有方案进行创新重组等
五、关于您上传的教学设计，您如何培养学生的创新素养？请围绕创新素养的三要素进行详细说明（如：在上传的教学设计中，通过……方式培养了学生的好奇心等创新人格 在上传的教学设计中，通过……方式培养了学生的发	Q5-1：教师在教学过程中对培养学生的创新人格的认识	一	0	不知道关于本主题应如何培养学生的创新人格或者没有作答

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
散思维等创新思维 在上传的教学设计中,通过.....方式培养了学生.....等创新实践)		二	1	知道关于本主题应如何培养学生的创新人格,但没有说明具体的培养方式
		三	2	知道关于本主题应如何培养学生的创新人格,只是说明在教学环节中有所运用,但没有具体说明,或者使用错误的方式培养学生的创新人格
		四	3	知道关于本主题应如何培养学生的创新人格,包括情境创设、可视化体验、鼓励动手操作、游戏等方式进行培养
	Q5-2: 教师在教学过程中对激发学生的创新思维的认识	一	0	不知道关于本主题应如何培养学生的创新思维或者没有作答
		二	1	知道关于本主题应如何培养学生的创新思维,但没有说明具体的培养方式
		三	2	知道关于本主题应如何培养学生的创新思维,只是说明在教学环节中有所运用,但没有具体说明,或者使用错误的方式培养学生的创新思维
		四	3	知道关于本主题应如何培养学生的创新思维,包括交流意见、引导学生提出问题、提出新颖观点等方式进行培养
	Q5-3: 教师在教学过程中引导学生进行创新实践的认识	一	0	不知道关于本主题应如何培养学生的创新实践或者没有作答

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
		二	1	知道关于本主题应如何培养学生的创新实践，但没有说明具体的培养方式
		三	2	只是说明在教学环节中有所运用，但没有具体说明，或者使用错误的方式培养学生的创新实践
		四	3	知道关于本主题应如何培养学生的创新实践，包括鼓励创作、验证假设、设计方案、重组改造等方式进行培养

附录 4：基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 测评问卷（最终版）

亲爱的老师：

您好！我是聊城大学课程与教学论专业研究生。我的研究是开发一个基于学生创新素养培育的小学科学教师学科教学知识（PCK）工具，需要您填写下面问卷，欢迎您的参与！您的个人隐私将被保密，在参与过程中没有任何可预见的风险。所得结果只被用于研究，没有对错之分。非常感谢您的支持和帮助！

【第一部分】个人信息

1. 您的性别： ☐男 ☐女
2. 您的职称：（ ）
3. 您是否是专职科学教师？ ☐是 ☐否
4. 如果您是专职科学教师，您任教科学教龄 ____。
5. 如果您是兼职科学教师，您任教科学教龄 ____，您的另一门任教学科是____。
6. 您的学历： ☐中师 ☐大专 ☐本科 ☐硕士研究生 ☐博士研究生
7. 您的专业： ☐科学教育 ☐物理 ☐化学 ☐生物 ☐数学 ☐地理 ☐小学教育（主教理科） ☐小学教育（不分方向） 其他（ ）
8. 您任教学校的类型： ☐城区学校（设街道办事处的行政区划） ☐乡镇中心小学 ☐乡村教学点
9. 您任教学校的办学性质： ☐公办 ☐民办 ☐其他

【第二部分】教学设计

一、请您根据《义务教育科学课程标准（2022 年版）》的基本理论和内容，聚焦技术与工程领域（青岛版小学科学教材每册书的最后一个单元），上传一篇内容详细的教学设计（图片或 word 文档形式）。教学设计要求有：教学目标、教学重难点、教学工具、教学过程、板书设计等。

【第三部分】调查问卷

相关概念界定

创新素养定义：创新素养是指个人在日常生活经验、以及解决问题的过程中产生的

新颖的、有价值的成果，是对个人能力、创造力发展的一种表现方式。包括创新人格、创新思维和创新实践三个要素。

创新人格：指在学习过程中学生产生的与创造性相关的性格特质，指个体具有好奇心、开放、冒险、自信、挑战等创新人格，并通过创新人格能够对事物产生浓厚的兴趣，愿意接纳新事物，敢于尝试，勇于挑战，并有信心进行创造等。

创新思维：指在学习过程中学生产生的多种创造性思维，指个体具有重组思维、发散思维、突破定势、辐合思维等创新思维，并能够通过创新思维，进行多角度多思路的分析与推理，能够将知识进行重组和整合，产生新颖的、合理的观点等。

创新实践：指学生在学习过程中产生新颖的、有价值的创造性实践活动，包括通过新思路和方法，对已有的解决方案进行创新重组，或产生创造性的活动和解决方案，并对方案进行实施从而解决问题等。

这一部分是结合您上传的教学设计，回答如下问题。

二、关于您上传的教学设计，您认为它涉及到学生的哪些创新素养？

1. 创新人格：
2. 创新思维：
3. 创新实践：

三、关于您上传的教学设计，您认为学生学情如何？您是如何利用学情进行教学设计的？

四、关于您上传的教学设计，您认为学生目前应该已经具备了哪些创新素养？

1. 学生已经具备的创新人格：
2. 学生已经具备的创新思维：
3. 学生能够进行的创新实践：

五、关于您上传的教学设计，您如何培养学生的创新素养？请结合教学设计进行详细说明。

1. 培养创新人格的方式：
2. 培养创新思维的方式：
3. 培养创新实践的方式：

附录 5：基于学生创新素养培育的小学科学教师 PCK 评分标准（最终版）

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
一、请您根据《义务教育科学课程标准（2022 年版）》的基本理论和内容，聚焦技术、工程与社会（青岛版小学科学教材每册书的最后一个单元），上传一篇内容详细的教学设计（图片或 word 文档形式）。教学设计要求有：教学目标、教学重难点、教学工具、教学过程、板书设计等。	Q1-1：教师对课标中的教学内容的认识	一	0	不知道教学目标或者没有作答
		二	1	本主题的教学目标是使学生能够理解主题中所蕴含的科学概念
		三	2	本主题的教学目标是使学生能够理解主题中所蕴含的科学概念并利用科学概念进行科学探究
		四	3	本主题的教学目标是使学生具有科学观念和思维，能够用所学知识理解日常生活、并具有解决生活中的问题的意识
	Q1-2：教师能够将学习内容以学生易于理解的方式进行表达的认识	一	0	以教师为中心进行教学，学生并没有参与思维活动或者没有作答

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
		二	1	以教师为中心进行教学，学生通过阅读和观察进行分析和思考
		三	2	以学生为中心进行教学，学生通过进行猜想，进行实验验证等得出研究结论
		四	3	以学生为中心进行教学，学生通过思考、合作等提出问题，作出假设，设计实验，验证假设，从而得出结论
	Q1-3: 教师在教学过程中对能够为学生创设熟悉、真实且新颖的探究性学习氛围的认识	一	0	未创设教学情境
		二	1	创设教学情境，但只是用于教学导入阶段，引起学生的注意
		三	2	创设真实且新颖的教学情境，使学生能够结合原有的生活经验，激发学生的创新人格和创新思维
		四	3	创设真实且新颖的教学情境且贯穿教学全程，体现问题解决的过程，从而使将知识融入生活，进行有意义的创新实践，提升实践能力
二、关于您上传的教学设计，您认为它涉及到学生的哪些创新素养？	Q2-1: 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新人格的认识	一	0	不知道本主题所涉及到的学生创新人格或者没有作答
		二	1	知道本主题所涉及到的学生创新人格，但没有对其进行展开的描述
		三	2	知道本主题所涉及到的学生创新人格，并对其进行展开的描述，但没有结合教学设计进行说明

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
	Q2-2: 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新思维的认识	四	3	知道本主题所涉及到的学生创新人格, 并结合主题在教学环节中进行了具体的说明, 包括在教学过程中产生好奇心、开放、冒险、挑战等精神
		一	0	不知道本主题所涉及到的学生创新思维或者没有作答
		二	1	知道本主题所涉及到的学生创新思维, 但没有对其进行展开的描述
		三	2	知道本主题所涉及到的学生创新思维, 并对其进行展开的描述, 但没有结合教学设计进行说明
		四	3	知道本主题所涉及到的学生创新思维, 并结合主题在教学环节中进行了具体的说明, 包括在教学过程中进行发散思维、辐合思维、重组思维、突破定势等
	Q2-3: 教师对所教授的学习内容中所涉及到的学生创新实践的认识	一	0	不知道本主题所涉及到的学生创新实践或者没有作答
		二	1	知道本主题所涉及到的学生创新实践, 但没有对其进行展开的描述
		三	2	知道本主题所涉及到的学生创新实践, 并对其进行展开的描述, 但没有结合教学设计进行说明
		四	3	知道本主题所涉及到的学生创新实践, 并结合主题在教学环节中进行了具体的说明

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
三、关于您上传的教学设计，您认为学生学情如何？您是如何利用学情进行教学设计的？	Q3：教师对学生学习内容的已有知识和能力的认识	一	0	不了解学生已有知识和能力或者没有作答
		二	1	了解学生的已有知识和能力，但没有说出如何运用
		三	2	了解学生的已有知识和能力，并说明如何运用，但没有结合教学设计进行展开
		四	3	了解学生的已有知识和能力，并结合教学设计详细说明如何运用
四、关于您上传的教学设计，您认为学生目前应该已经具备了哪些创新素养？	Q4-1：教师对学生学习内容的已有的创新人格的认识	一	0	不知道本主题学生应该具备的创新人格或者没有作答
		二	1	知道学生应该具备的创新人格，但没有对其进行展开的描述。
		三	2	知道学生应该具备的创新人格，并对其进行展开的描述，但没有结合教学设计进行说明
		四	3	知道学生应该具备的创新人格，并结合主题在教学环节中进行了具体的说明，包括对主题内容产生兴趣、愿意接纳、愿意尝试等
	Q4-2：教师对学生学习内容的创新思维的掌握情况的认识	一	0	不知道本主题学生应该具备的创新思维或者没有作答

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
		二	1	知道本主题学生应该具备的创新思维，但没有对其进行展开的描述
		三	2	知道本主题学生应该具备的创新思维，并对其进行展开的描述，但没有结合教学设计进行说明
		四	3	知道本主题学生应该具备的创新思维，并结合主题在教学环节中进行了具体的说明，包括引导学生从多角度、多思路分析、整合等
	Q4-3: 教师对学生学习内容的已有的创新实践能力的认识	一	0	不知道本主题学生应该具备的创新实践或者没有作答
		二	1	知道本主题学生应该具备的创新实践，但没有对其进行展开的描述
		三	2	知道本主题学生应该具备的创新实践，并对其进行展开的描述，但没有结合教学设计进行说明
		四	3	知道本主题学生应该具备的创新实践，并结合主题在教学环节中进行了具体的说明，包括引导学生设计方案、对已有方案进行创新重组等

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
五、关于您上传的教学设计，您如何培养学生的创新素养？请结合教学设计进行详细说明。	Q5-1: 教师在教学过程中对培养学生的创新人格的认识	一	0	不知道关于本主题应如何培养学生的创新人格或者没有作答
		二	1	知道关于本主题应如何培养学生的创新人格，但没有对其进行展开的描述
		三	2	知道关于本主题应如何培养学生的创新人格，并对其进行展开的描述，但没有结合教学设计进行说明
		四	3	知道关于本主题应如何培养学生的创新人格，并结合主题在教学环节中进行了具体的说明，包括情境创设、可视化体验、鼓励动手操作、游戏等方式进行培养
	Q5-2: 教师在教学过程中对激发学生的创新思维的认识	一	0	不知道关于本主题应如何培养学生的创新思维或者没有作答
		二	1	知道关于本主题应如何培养学生的创新思维，但没有对其进行展开的描述
		三	2	知道关于本主题应如何培养学生的创新思维，并对其进行展开的描述，但没有结合教学设计进行说明
		四	3	知道关于本主题应如何培养学生的创新思维，并结合主题在教学环节中进行了具体的说明，包括交流意见、引导学生提出问题、提出新颖观点等方式进行培养

题目	观测点	等级	赋分	评分标准
	Q5-3: 教师在 教学过程中 引导学生进 行创新实践 的认识	一	0	不知道关于本主题应如何培养学生的 创新实践或者没有作答
		二	1	知道关于本主题应如何培养学生的创 新实践，但没有对其进行展开的描述
		三	2	只是说明在教学环节中有所运用，并 对其进行展开的描述，但没有结合教 学设计进行说明
		四	3	知道关于本主题应如何培养学生的创 新实践，并结合主题在教学环节中进 行了具体的说明，包括鼓励创作、验 证假设、设计方案、重组改造，小组 探究等方式进行培养