

认知负荷理论在初中数学教学中的应用

——以圆内接四边形问题为例

舒盛容

南京市扬子第一中学, 江苏 南京 210044

摘 要 : 伴随着义务教育改革的深入推进, 减负增效成为教育工作中常讨论的话题。减负增效的核心在于基于学生的认知能力和学习兴趣, 采取合理的教学策略提高教学效率和教学质量。而认知负荷理论从分析学生的认知负荷着手, 企图带给学生最小的认知负荷保障最大的教学效率。本文以圆内接四边形问题为例, 通过认知负荷理论为数学圆内接四边形教学提供参考和指导, 助力学生发展数学运算、逻辑推理、数学抽象等核心素养。

关 键 词 : 圆内接四边形问题; 认知负荷理论; 教学策略; 教学设计

The Application of Cognitive Load Theory in Junior Middle School Mathematics Teaching

—— Taking the Problem of Circle Connection as an Example

Shu Shengrong

Nanjing Yangzi No.1 Middle School, Nanjing, Jiangsu 210044

Abstract : With the in-depth advancement of the reform of compulsory education, reducing the burden and increasing efficiency have become frequently discussed topics in educational work. The core of reducing the burden and increasing efficiency lies in adopting reasonable teaching strategies based on students' cognitive abilities and learning interests to enhance teaching efficiency and quality. The cognitive load theory, starting from analyzing students' cognitive load, aims to provide students with the minimum cognitive load to ensure the maximum teaching efficiency. This article takes the problem of cyclic quadrilaterals within a circle as an example, providing reference and guidance for the teaching of cyclic quadrilaterals in mathematics through the cognitive load theory, and assisting students in developing core competencies such as mathematical operations, logical reasoning, and mathematical abstraction.

Keywords : the problem of cyclic quadrilaterals; cognitive load theory; teaching strategies; instructional design

引言

认知负荷理论由认知心理学家约翰·斯威勒 (John Sweller) 提出并在多年教育实践中证实, John Sweller 将认知负荷分为三类: 内在认知负荷、外在认知负荷和相关认知负荷, 他认为有效的教学必须科学管理这三种认知负荷^[1]。圆内接四边形问题是初中数学教学中的一个难点, 具有数形结合的特点, 对于学生的逻辑思维能力、空间想象能力都有比较高的要求, 基于认知负荷理论找到学生在圆内接四边形问题学习中的难点, 对于有助于提高这部分的教学效率。

一、认知负荷理论分析

(一) 内在认知负荷维度

内在认知负荷的影响因素可以分为内因和外因两类, 其中外因主要为学习材料的复杂性水平; 内因主要为学生先前的认知经验。大部分学生认为圆内接四边形问题的复杂性较高, 对这部分解题方法存在掌握不扎实的问题^[2]。基于内在认知负荷的影响

因素, 教师可基于学生的“最近发展区”, 从梳理本节课程的基础概念、解题支架、知识体系等方面入手, 助力学生减轻内在认知负荷。

(二) 外在认知负荷维度

外在认知负荷由学习资料、教学方式等因素影响, 约翰·斯威勒等人梳理了外在认知负荷的影响因素, 主要包括自由目标效应、样例效应、完成问题效应、注意分散效应、信息冗余效应、

通道效应^[3]。在圆内接四边形问题教学中,教学进度、教学设计对于学生学习本课知识具有重要影响,不少教师在课上与学生互动不充分,教学节奏过快。基于外在认知负荷,教师可从优化教学设计、强化课堂互动、提高圆内接四边形学习资料的质量等角度展开教学改革。

(三) 相关认知负荷维度

相关认知负荷是指与学生直接学习能力相关的因素,包括学习兴趣、学习态度等因素。基于相关认知负荷,教师可以考虑从合理设置问题,促进学生思考、选择适当的教学方法,激发学生学习兴趣、设置随堂巩固练习,促进知识迁移运用等三个方面增加学生在圆内接四边形问题学习中的相关认知负荷^[4]。

二、基于认知负荷理论的圆内接四边形问题教学策略

(一) 优化内在认知负荷

1. 注重梳理概念、性质及定理,促进图式建构

在教师讲解、学生被动理解的教学模式下,学生对几何基本概念、性质、定理的理解与运用不够深刻。而圆内接四边形问题因为复杂性高,因此概念、定理等基础性知识的重要性更突出,只有从概念、性质、定理等基础性知识入手才能将几何关系梳理清楚,因此教师要促进学生构建图式,降低内在认知负荷对学生学习效果的影响^[5]。

圆内接四边形题型需要应用的知识包括圆内接四边形的判定定理、性质,还涉及圆、矩形的定理、性质。

2. 嵌入圆内接四边形支架,降低认知难度

因为圆内接四边形问题具有数形结合的特点,将几何、方程、函数等知识整合起来,因此要求学生具有较强的逻辑思维、空间想象能力,这也导致这部分内容教学难度大。学生在学习时往往难以把握图形的运动规律,提取不到有效信息,进而导致较高的认知负荷。为此,教师可嵌入解题支架,让学生在面对圆内接四边形的问题时迅速提取关键信息,提高解题效率,进而减少内在认知负荷^[6]。

例如,题型:通过四点共圆构建辅助圆。

例1在平行四边形ABCD中,BD是对角线, $\angle BDA = 90^\circ$,点E是BD上的点,连接AE。(1)如图1①,过点B做BF⊥AE,与AE的延长线交于点F,连接DF,求证 $\angle DFA = \angle DBA$ 。

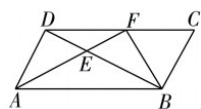


图1

解析:(1)因为 $\angle BDA = 90^\circ$,BF⊥AE,所以 $\angle BFA = 90^\circ = \angle BDA$,所以A,B,F,D四点共圆,根据圆内同弧所对应的圆周角相等,可知 $\angle DFA = \angle DBA$ 。

题型:分割图形求面积

例2已知在⊙O的内接四边形ABCD上,点C是BD的中点, $\angle BOD = \angle C$ 。如果⊙O的半径为r, $\angle OBA = 15^\circ$,求四边形ABCD的面积。

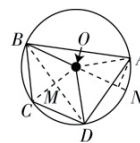


图2

解析:有关圆内接四边形的面积计算,要求学生通过分割法、转化与化归思想分析题目。本题由于圆内接四边形ABCD是不规则四边形,因此无法直接求面积,需要将四边形切割成三角形风格,套用三角形面积计算公式求解。可以思考连接AO,BD,将四边形ABCD分割成 $\triangle BCD$, $\triangle BOD$, $\triangle AOD$ 和 $\triangle AOB$,然后分别计算, $\triangle BOD$, $\triangle AOB$ 的面积可作高线进行解答。

题型:联系三角函数

例3已知⊙O是四边形BCDE的外接圆, $\angle B = 60^\circ$,过点C作CA⊥BC,与BD的延长线相交于点A,与⊙O相交于点E,连接DE,如果DE=5,CE=8,求⊙O的半径。

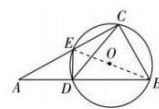


图3

解析:圆内接四边形可以与三角函数进行结合,这要求学生梳理三角函数、圆周角定理、圆的内接四边形性质等知识。本题因为AC⊥BC,所以 $\angle ACB = 90^\circ$,连接BE,则BE是⊙O的直径,再根据勾股定理与CE=8的条件求出BE的长,还要知道BC的长,再根据DE的长与三角函数、圆内接四边形的对角互补的性质,计算Rt△ABC和Rt△ADE。

3. 注重归纳总结,建立知识框架

圆内接四边形问题贯穿整个初中数学课程,知识点杂,因此搭建系统的知识体系对于学生解决此类问题具有重要意义。很多学生害怕处理圆内接四边形问题,就是因为相关知识掌握得不全面、不系统,应用知识解题时无法迅速提取基础知识,进而导致解题思维混乱。学生在学习过程难以提取工作记忆中的有效图式,进而会产生较高的内在认知负荷。因此,教师可以帮助学生梳理知识体系,建立知识网络,助力学生搭建图式^[7]。在圆内接四边形问题专题教学中,教师先带领学生梳理总结专题涉及的几何知识点和几何模型,通过建立模型框架帮助学生快速提取有效信息,提高解题效率。

(二) 优化外在认知负荷

1. 合理组织与呈现学习材料,避免分散注意

组织无序、无用的学习材料会增加学生的学习负担,分散学生的注意力,增加其认知负荷。为此,教师需要建设优质的学习材料。首先,在备课环节,围绕课程目标合理安排学习材料;之后,在授课环节,删除无用知识信息,调整好重点和非重点,降低学生的认知负荷。在具体的教学过程中,教师可以用问题链为学生梳理圆内接四边形问题的逻辑,引导学生的思维向正确的方向发展,避免其在整合信息的过程中产生额外的认知负担^[8]。

2. 合理运用动态教学软件,实现通道效应

在数字化教育背景下,通过信息技术打造学习情境,以视听

结合的方式同步呈现课程知识，调动学生的多重感官，有助于活跃其思维，对于减轻学生的认知负担具有重要意义。对于圆内接四边形问题，以信息技术建立图形的数字化模型，动态演示几何图形的辅助线添加过程，可以有效刺激学生的感官，进而减轻外在认知负荷^[9]。

3. 优化教师语言，把控教学节奏

在进行圆内接四边形问题的教学时，教师要对课堂的速度进行适当控制，给学生留下一些缓冲的时间，让他们能够对课堂上的内容进行吸收和了解，从而加快建立有关的图式，提高学习的效率，减少外部的认知负担^[10]。

（三）优化相关认知负荷

1. 合理设置问题，促进自主思考

圆内接四边形教学必须转变教师单向讲解、学生被动接收的教学模式，教师可通过强化互动式教学，通过互动启发学生，使学生的思维活跃起来，展开更深入的信息加工。师生互动要紧贴学生的“最近发展区”，设计符合学生认知水平的结构性问题，引导学生积极思考问题，对信息进行深度加工，从而增加相关认知负荷^[11]。

2. 选择适当的教学方法，激发学习兴趣

基于认知负荷理论，数学教学有必要充分考虑学生的学习兴趣，通过提高兴趣来减轻学生的认知负荷。诸如，情境化教学、任务驱动教学法、支架教学法等都体现了以生为本的原则，充分照顾到学生的学习兴趣。如支架式教学通过为学生搭建解题支架，让他们面对圆内接四边形问题时直接提取有效信息，减少工作记忆中额外心理资源的投入，使得问题化繁为简。这种教学法让学生快速把握圆内接四边形的解题规律，有助于学生发现数学

学习的乐趣^[12]。又如，情境化教学通过创设情境呈现视听结合的课堂，让学习活动变成趣味化的探索活动，进而保障学习效果。为此，教师有必要在课上引入多元教学方法开展圆内接四边形问题教学，激发学生的学习兴趣，增加相关认知负荷^[13]。

3. 设计自主探索活动，促进知识迁移

自主探索活动为学生搭建自主探索空间，帮助他们理解课程知识，同时有效锻炼其自主学习能力、探究能力、合作学习能力，这些能力都直接为学生的认知活动提供支持，减轻他们的相关认知负荷，提高教学效率。为此，教师可在圆内接四边形问题的教学中引入小组合作教学法，让学生组建学习小组，组内共同探索问题，不同学生从不同的维度提出想法，合作探究，在自主讨论中得到解题思路^[14]。总之，自主探究活动可以帮助学生搭建解题模型，发展合作学习、探究能力等，提高相关认知负荷，并激发学生的学习兴趣。

三、结语

认知负荷理论将关注点放在学生的认知负荷上，直接体现了以人为本的理念，符合新课改背景下教育需求。对于圆内接四边形问题，由于这部分内容难度大，因此改革本模块的教学理念和方法非常关键^[15]。本文基于认知负荷理论探讨了初中数学圆内接四边形问题的教学，提出了多元化的教学模式，通过减轻学生的内在认知负荷、外在认知负荷，并增加他们的相关认知负荷，打造高效课堂，调动学生的学习热情，并让学生用轻松愉悦的心情探索数学世界，使数学课堂充满生机。

参考文献

- [1] 黄伟菁, 毛禧雯, 杨昔阳. 结合认知负荷理论与 GeoGebra 的数学信息化教学 [J]. 中国教育技术装备, 2023, (07): 35-38.
- [2] 张学林, 任全红. 基于外部认知负荷理论下数学符号逻辑认知顺序探究 [J]. 绵阳师范学院学报, 2022, 41(11): 14-19.
- [3] 杨昔阳, 毛禧雯, 何亚婷, 等. 认知负荷理论和 GeoGebra 的数学教学策略 [J]. 宁德师范学院学报 (自然科学版), 2022, 34(03): 322-326+3.
- [4] 李钰, 吴华. 认知负荷理论的发展及在数学课堂教学中的研究 [J]. 现代职业教育, 2020, (07): 50-51.
- [5] 许国英, 何再银. 循结构化学理念探复习课设计之路——以初中数学“一次函数”复习课为例 [J]. 湖州师范学院学报, 2024, 46(08): 90-95.
- [6] 赵令梅. 基于变换习题形式培养初中生数学能力的实践研究 [J]. 科技风, 2024, (22): 31-33.
- [7] 胡永莉. 初中生数学解题思路的培养 [J]. 河南教育 (教师教育), 2024, (08): 70.
- [8] 苏彩霞. 互联网背景下小组合作在初中数学教学中的应用分析 [J]. 中国新通信, 2024, 26(15): 145-147.
- [9] 王保国. 论核心素养导向下的初中数学解题反思 [J]. 中国教育月刊, 2024, (S2): 73-74.
- [10] 祝月明. 信息技术在初中数学教学中的应用 [J]. 中国教育月刊, 2024, (S2): 84-85.
- [11] 赵立新, 任家梅. 初中数学非连续性文本的教学策略研究——评《基于学科核心素养的数学教学课例研究》[J]. 应用化工, 2024, 53(09): 2259.
- [12] 于晓梅. 初中数学教学中学生学科素养的有效培育 [J]. 吉林省教育学院学报, 2024, 40(08): 88-92.
- [13] 李健. 直观把握数学本质动态提升思维品质——从教材中一个立体几何问题例谈变式教学 [J]. 数学通报, 2019, 58(10): 55-58.
- [14] 朱红伟. 几何画板工具在物理教学中的实际应用 [J]. 中国现代教育装备, 2018, (06): 39-40+71.
- [15] 夏利杰. 在动态中演绎, 在问题中探究——对“平面与平面垂直”一课引发的立体几何教学思考 [J]. 文化创新比较研究, 2017, 1(08): 96-97.