

六顶思考帽策略与心智旋转对机器人建模和编程水平的影响

The Effect of Six Thinking Hats Strategy and Mind Rotation on Robot Modeling and Programming Level

杨婷¹, 郑晓丽^{2*}, 朱雨婷³, 汪月香³

温州大学

* tilly222@163.com

【摘要】 本研究旨在探索六顶思考帽策略在机器人编程教育中的应用，并考察其与学生心智旋转能力的影响作用。研究采用 2×2 准实验设计，将 54 名四年级学生随机分配为实验组和对照组。研究发现：（1）六顶思考帽策略与心智旋转能力对学生的编程水平有显著影响；（2）六顶思考帽策略对学生的机器人建模水平有显著影响；（3）六顶思考帽策略和心智旋转之间存在显著的交互作用，对编程水平产生影响。综上所述，本研究揭示了如何有效地将六顶思考帽策略整合到机器人编程教育活动中，同时也凸显了心智旋转在编程活动中的重要作用。

【关键词】 六顶思考帽策略；心智旋转；编程水平；机器人建模；STEM 教育

Abstract: This study aims to explore the application of the Six Thinking Hats strategy in robotics programming education and investigate its interaction with students' mental rotation ability. A 2×2 quasi-experimental design was adopted, with 54 fourth-grade students randomly assigned to experimental and control groups. The findings indicate that: (1) Both the Six Thinking Hats strategy and mental rotation ability had a significant impact on students' programming proficiency; (2) The Six Thinking Hats strategy significantly enhanced students' robotics modeling skills; (3) A significant interaction was found between the Six Thinking Hats strategy and mental rotation ability, jointly influencing programming performance. In conclusion, this study demonstrates an effective approach to integrating the Six Thinking Hats strategy into robotics programming education, while also highlighting the crucial role of mental rotation ability in programming activities.

Keywords: Six Thinking Hats Strategy, Mental Rotation, Programming Skills, Robot Modeling, STEM Education

1. 引言

随着人工智能时代的到来，教育机器人已成为儿童编程教育的重要工具，为培养适应未来社会的创新型人才提供了有效教育手段（柳明君，2025）。在 STEM 教育领域中，编程机器人的引进可以有效地整合技术与工程，从而促进编程教育(Ioannou & Makridou, 2018)。然而，在传统的编程教学活动中，不同的教学工具和教学手段对学生的计算思维以及心智旋转能力有着很大的影响(Pellas, 2024)。部分研究人员试图通过设计有效的教学策略和教学活动来提升学生的编程水平。结果发现，尽管运用教育机器人干预的方法促进了学生计算思维的发展，但并没有发现其与心智旋转之间的相关关系(Diago et al., 2022)。因此，有必要设计一种有效

的教学策略和教学活动来测量其与学生心智旋转能力之间的关系，以帮助学生提升他们的编程水平和机器人建模水平。

六顶思考帽策略是培养学生创造性思维和问题解决能力的有效教学方法之一，它可以帮助学生从不同的层面去看待问题，从被动的知识接收者转变为知识建构者(Kaur, 2017)。目前，有关六顶思考帽的教学策略多应用于数学、地理、英语等教学活动中，较少的运用在机器人编程教育活动中。且以往的 STEM 教学活动中，更多是探讨对学生计算思维的影响，只有少量的研究是探究了与学生心智旋转能力方面的关系。因此，本研究提出了六顶思考帽这一教学策略，希望通过对机器人编程课程进行设计，来探讨六顶思考帽教学策略与心智旋转能力对学生机器人建模水平以及编程水平之间的影响。为了实现这一研究目的，提出了以下两个研究问题：

- 1.六顶思考帽策略和心智旋转是如何影响学生的编程水平？
- 2.六顶思考帽策略和心智旋转是如何影响机器人的建模水平？

2. 实验设计与方法

本研究选取了来自大陆某小学的 54 名四年级学生为参与者，所有学生均具备一定的编程基础，未接触过乐高机器人搭建，并自愿参与本次为期 5 周、共 10 课时的智能避障小车项目化课程。实验采用简单随机抽样法将学生分为实验组与对照组，每组各 27 人；实验组采用六顶思考帽教学策略，对照组采用传统的示范-模仿教学法。剔除异常值后，最终有效样本为 46 人，其中实验组 21 人、对照组 25 人。

研究使用的测量工具包括：Vandenberg & Kuse (1978) 心智旋转测验，共 5 题，满分 10 分；编程能力评价工具由研究团队与一线教师共同开发，前测包含 12 道客观题，后测从直行、转弯、超声波检测、避障四个模块按 10-25 分四级计分；机器人建模评价工具从灵活性、美观性、直行稳定性、转弯稳定性、创新性五个维度按 8-20 分四级计分。两项表现性评价工具均经过专家审查，并由两名评分者独立评分，信效度良好。

具体的实验流程设计如图 1 所示。在实验开始之前对所有参与者进行前测，以评估心智旋转能力、机器人建模与编程水平。第一周为准备阶段：实验组在六顶思考帽策略指导下开展主题讨论和团队建设；对照组则采用常规分组。第二至三周为搭建阶段：实验组通过结构化协作（第二周熟悉零件并讨论底座设计，第三周完成整体搭建及优化展示）完成建模任务，对照组直接进行模仿搭建，作品评分作为建模后测数据。第四至五周为编程阶段：实验组在教师引导下系统学习编程知识（第四周）并实现避障功能（第五周），对照组按传统教学进度完成相同任务，最终以功能完整度作为编程后测评分依据。本研究将六顶思考帽策略贯穿于整个教学环节，教师根据不同活动阶段选择对应的思维模式开展教学。

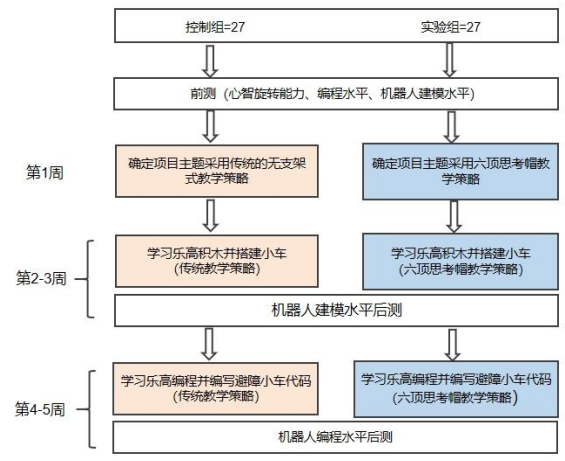


图 1 实验开展流程

3. 实验结果

3.1 数据筛选与分析方法

本研究采用双因素单变量协方差分析，以 SPSS 20.0 为工具。将心智旋转能力(premtHL)（以其中位数为标准，划分为高、低两个水平）和教学策略(treatment)作为自变量，学生后测编程水平(group post programming)与机器人建模水平(post modeling)作为因变量，前测水平作为协变量。经数据处理，符合正态分布和方差齐性，满足协方差分析条件。

3.2 六顶思考帽策略与心智旋转对学编程水平的影响

首先对学生的心智旋转能力按照高低水平进行前后测，发现实验组在不同心智旋转水平下的编程后测成绩均高于控制组（表 1）。经双因素协方差分析（表 2），六顶思考帽策略对编程水平影响显著（ $F=9.24, p=0.004, \eta^2=0.184$ ），且与心智旋转存在显著交互作用（ $F=4.22, p=0.046$ ）。具体的交互效果如图 2 所示。进一步进行计划比较分析表明（表 3），六顶思考帽策略对心智旋转水平低的学生促进作用更明显（ $F=14.96, p=0.000, \eta^2=0.364$ ），而传统教学策略中高心智旋转水平学生表现更优（ $F=8.35, p=0.006, \eta^2=0.204$ ）。

表 1 小组编程水平前后测的平均值与标准差

前测成绩 M(SD)			后测成绩 M(SD)			
心智 旋转 水平	控制组	实验组	控制组(N=25)		实验组(N=21)	
	(N=25)	(N=21)	调整前	调整后	调整前	调整后
	32.00	32.11	85.45	85.44	88.33	88.31
	(10.12)	(4.36)	(9.61)	(2.95)	(10.61)	(3.27)
	N=11	N=9	N=11		N=9	
高	37.64	37.00	73.93	73.95	88.75	88.76
	(3.50)	(3.78)	(9.64)	(2.62)	(8.83)	(2.82)
	N=14	N=13	N=14	N=13		

注：M 为平均值，SD 为标准差

表 2 六顶思考帽策略、心智旋转水平及其交互作用对小组编程水平的影响

数据源	III 型平方和	df	MS	F	p	η^2
preProgramming	.27	1	.27	.00	.958	.000

Treatment	876.40	1	876.40	9.24**	.004	.184
premtlHL	324.74	1	324.74	3.43	.071	.077
Treatment *premtlHL	399.85	1	399.85	4.22*	.046	.093
误差	3887.64	41	94.82			

*p<.05 **p<.01

表 3 心智旋转、教学措施对小组编程水平影响的计划比较

数据源	SS	df	MS	F	p	η ²
教学措施						
教学措施@ 心智旋转水平高	40.85	1	40.85	0.43	0.	0.0
					515	10
教学措施@ 心智旋转水平低	1418.	1	1418.	14.96	0.	0.3
	16	16		***	000	64
心智旋转水平						
心智旋转水平@ 六顶思考帽教学策略	791.8	1	791.8	8.35*	0.	0.2
	9	9		*	006	04
心智旋转水平@ 传统教学策略	1.03	1	1.09	0.01	0.	0.0
					918	00
误差	3887.	4	94.82			
	640	1				

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

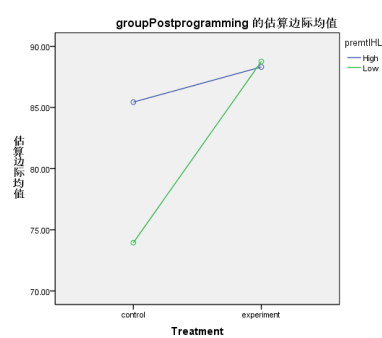


图 2 六顶思考帽教学策略与心智旋转水平交互作用效果图

3.3 六顶思考帽策略与心智旋转对学生机器人建模水平的影响

表 4 小组机器人建模成绩平均值与标准差

前测成绩 M(SD)			后测成绩 M(SD)			
心智旋转水平	控制组 (N=25)	实验组 (N=21)	控制组(N=25)		实验组(N=21)	
			调整前	调整后	调整前	调整后
	63.64	53.33	82.92	80.41	87.11	88.23
	(4.22)	(4.66)	(9.13)	(1.77)	(6.56)	(1.91)
	N=11	N=9	N=11		N=9	
高	52.86	56.57	74.57	75.86	82.00	81.95
	(3.74)	(4.04)	(5.79)	(1.53)	(8.09)	(1.64)
低						

N=14	N=13	N=14	N=13
------	------	------	------

注：M 为平均值，SD 为标准差

在探究学生的机器人建模水平层面，本研究采用了上述内容相同的研究方法，表 4 表明实验组机器人建模后测调整均值在不同心智旋转水平下均高于控制组。分析结果（表 5）表明，六顶思考帽策略对建模水平影响显著（ $F=16.63$, $p=0.000$, $\eta^2=0.289$ ），但与心智旋转的交互作用不显著（ $F=0.25$, $p=0.622$, $\eta^2=0.006$ ），即该策略独立促进建模水平提升，不受心智旋转水平影响。

表 5 协作教学策略、心智旋转水平及其交互作用对小组机器人建模水平的影响

因变量: grouppostModeling						
数据源	III 型平方和	df	均方	F	p.	η^2
premodeling	1015.891	1	1015.891	31.570	.00	.435
Treatment	535.016	1	535.016	16.63**	.00	.289
premtlHL	322.578	1	322.578	10.09*	.00	.196
Treatment * premtlHL	7.933	1	7.933	.25	.62	.006
误差	1319.335	41	32.179			

4. 结论

本研究旨在探讨六顶思考帽策略与心智旋转能力对小学生机器人建模与编程水平的影响。研究结果表明，六顶思考帽策略对编程水平与建模水平均具有显著的促进作用。在编程水平方面，六顶思考帽策略显著提升了学生的编程表现，并与心智旋转能力存在显著交互作用。但在机器人建模水平方面，六顶思考帽策略同样表现出显著的主效应，但未发现其与心智旋转能力之间存在显著交互作用。这可能与建模任务的开放性、协作时长及任务难度有关，未来研究可进一步调整任务复杂度，以更充分地考察交互作用。

鉴于以上结果，在后续的研究中将会做到以下改进：首先，应延长试验周期，以一学期为最佳，学生有充足的时间进行编程知识学习，同时研究也能准确判定学生的编程水平。第二，应将机器人编程课程内容的难易程度纳入考量，分析其对机器人建模水平的影响。第三，在后续研究中，可以将实验推至更广，采取更多的实验数据，使得实验结果更具可靠性。在未来，研究者需要进一步深入研究六顶思考帽策略如何在机器人编程教学活动中进行。通过训练学生的心智旋转能力，将其与六顶思考帽教学策略进行结合以促进学生的编程水平和机器人建模水平的均衡发展。

参考文献：

柳明君 (2025). 基于 PTD 理论的教育机器人编程活动对儿童计算思维和社会情感能力的影响研究. 上海师范大学

- Diago, P. D., González-Calero, J. A., & Yáñez, D. F. (2022). Exploring the development of mental rotation and computational skills in elementary students through educational robotics. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 32, 100388. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100388>
- Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2531-2544.
- Kaur, M. (2017). Six thinking hats (STH): An instructional strategy to develop creative thinking. *Asian Man (The) - An International Journal*, 11(2), 221. <https://doi.org/10.5958/0975-6884.2017.00038.x>
- Pellas, N. (2024). Enhancing computational thinking, spatial reasoning, and executive function skills: The impact of tangible programming tools in early childhood and across different learner stages. *Journal of Educational Computing Research*, 63(1), 3–32. <https://doi.org/10.1177/07356331241292767>