



基于 4C/ID 模型的面向综合学习的实证研究

郭芳侠 何琳 张红军

(陕西师范大学物理学与信息技术学院, 陕西 西安 710119)

摘要 本研究旨在探讨两种教学方法: 4C/ID(A Four-Component Instructional Design)模型与传统模式对物理专业大学生知识获取和学习迁移的影响。实验组使用 4C/ID 模型设计进行教学, 而控制组则使用传统模式, 评估学生的学业表现, 包括知识获取与学习迁移, 同时对学生的认知负荷及焦虑情绪进行调查。结果显示, 实验组在知识获取和学习迁移的评价上均优于控制组, 但认知负荷和焦虑情绪也高于控制组, 最后对产生的原因和进一步优化进行探讨。

关键词 4C/ID 模型; 综合学习; 实证研究

EMPIRICAL RESEARCH ON INTEGRATIVE LEARNING BASED ON 4C/ID MODEL

GUO Fangxia HE Lin ZHANG Hongjun

(College of Physics and Information Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710119)

Abstract The purpose of this study is to explore the influence of two teaching methods: 4C-ID(A Four-Component Instructional Design) model and traditional model on knowledge acquisition and learning transfer of physics major college students. The experimental group used the 4C/ID model design for teaching, while the control group used the traditional model to evaluate students' academic performance, including knowledge acquisition and Learning transfer. Meanwhile, students' cognitive load and anxiety were investigated. The results showed that the experimental group was superior to the control group in the evaluation of knowledge acquisition and learning transfer, but the cognitive load and anxiety were also higher than the control group. Finally, the causes and further optimization were discussed.

Key words 4C-ID model; comprehensive learning; the empirical research

为应对社会和技术的快速发展,教育本身应该对学习者以及用人单位就教育价值何在所持有的坚定立场做出反应^[1]。随着新技术的发展,用人单位要求学习者不单单具备专业知识,更重要的是要具备问题解决、推理和创造等能力,即知识的迁移以保证学习者灵活地应对环境变化。大学作为学习者步入社会的预备场所,所培养的人才必须符合社会要求。然而,由于缺乏行之有效的教学设计,大学教育常常注重知识的传授,对应用

知识解决综合问题的能力关注还不够。目前,国内大多数教师是根据教育学家罗伯特·加涅的学习层级划分和学习条件理论来设计教学,将整体分解为部分,采取由局部到整体的碎片化学习,导致学生的各要素学习情况良好,综合技能的迁移表现较差^[2]。

4C/ID(A Four-Component Instructional Design——四要素教学设计)就是面向综合学习的一种教学模型,由 Jeroen J. G. van Merrinboer 等

收稿日期: 2022-07-22

通信作者: 郭芳侠,陕西师范大学物理学与信息技术学院教授, guofangxia@snnu.edu.cn。

引文格式: 郭芳侠,何琳,张红军. 基于 4C/ID 模型的面向综合学习的实证研究[J]. 物理与工程, 2024, 34(2): 25-30.

Cite this article: GUO F X, HE L, ZHANG H J. Empirical research on integrative learning based on 4C/ID model[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(2): 25-30. (in Chinese)

人在 20 世纪 90 年代提出,其特征是将整体性的目标植根于整体性的任务中,促使学习者图式建构、图式熟练和态度的同时形成。目前国内外对于 4C/ID 的研究主要集中于 4C/ID 模型的文献述评和有效性的实证研究。其中,典型的实证研究包括:Mário Melo 基于 4C/ID 模型以九年级“电路”为主题进行教学设计,并通过实验组采用 4C/ID 教学、控制组采用传统教学来研究对学生学习方式的影响,得出实验组在深度学习方式上优于控制组,浅层学习方式上低于控制组^[3];Frederick K 等人在加纳通过比较 ICT(信息与通信技术)环境下的 4C/ID 教学、传统环境下的 4C/ID 教学以及传统环境下传统模式来研究学生技能的获得情况,得出 4C/ID 模型下的技能表现优于传统教学模式,同时得出有无 ICT 媒体对于学生技能获得无影响^[4];Jung Lim 等人研究 4C/ID 全任务训练和部分任务训练对初学者和高级学习者复杂认知技能习得和迁移的影响,得出无论是初学者还是高级学习者,如果接受了全任务训练,他们的整体任务表现和迁移表现都更好^[5];许显龙等人进行基于 4C/ID 模型“青花瓷鉴赏”教学设计的实证研究,其中实验组采用 4C/ID 教学模式控制组采用传统模式,得出实验组的学业表现优于控制组,但是焦虑情绪高于控制组^[2];李爽等人进行基于 4C/ID 模型自主学习活动设计的实证研究,得出实验组多项软件操作知识和技能优于控制组,同时课堂观察、问卷调查与访谈的结果也表明 4C/ID 模型的教学任务能更好地激发学生学习兴趣^[6]。总结上述研究,发现国内 4C/ID 模型的教学设计较多用于职业教育,义务教育和大学阶段的教学效果实证性研究较少。所以,本研究以某师范大学的学生为样本,以电磁感应现象这一综合学习任务为例进行教学活动设计,并进行教学实践和效果分析。

1 4C/ID 模型

4C/ID 是面向综合学习的设计模式,目的是培养解决问题的综合能力^[7]。综合学习包括知识、技能和态度的整合学习,涉及多个技能之间的协调与整合。除此之外,还要实现学习者的迁移,即将特殊环境中所学的知识迁移到日常生活与工作情境中。Jeroen J. G. van Merrinboer 等人认为

对于某一专业任务执行者来说,任务组成技能之间是有差异的。有的组成技能在不同的问题情景中能够以多样化的方式加以表现,即技能随着具体任务的改变而改变;另外一些较低层次的组成技能在不同的问题情景中则以高度相似的方式表现,即随着任务的变化显示出高度相似性。因此,为了区分具有本质差异的技能,将组成技能分成“创生性技能”和“再生性技能”。区分这两种技能是重要的,因为两者的学习过程是各异的。创生性技能指向学习者图式建构,要求学习者从所提供的案例中有意识地进行提炼;再生性技能指向学习者的图式熟练,要求学习者程序化具体的信息从而形成技能自动化。例如,学习者将面对实际情境解决情境中力的分解问题,并判断解决方案的合理性^[8]。其中,创生性技能有将“等效替代”思想应用于力的分解,将“可逆”思想应用于问题转化,将简化思想应用于矢量运算;再生性技能是指掌握并运用平行四边形定则。为了综合技能的建构与熟练,Jeroen J. G. van Merrinboer 等人提出支持综合学习的四元教学设计模型(4C/ID 模型),模型由四个基本元素构成,并且四个元素相关联,如图 1 所示。

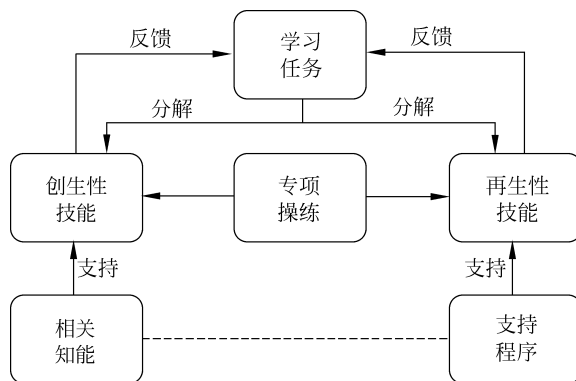


图 1 4C/ID 四元素对两种技能的支持

1) 学习任务

给学习者呈现多个真实与综合任务,整合学习者的知识、技能与态度。并基于认知负荷理论将一个综合学习任务设计成多个学习任务,并要求每个学习任务都为真实、综合的。除此之外,要求各个任务之间具有相当的变式度,并按照任务的难易与支持力度进行学习任务排定。

2) 相关知能

呈现对学习任务中创生性技能学习和表现具

有支持作用的信息。在学习者已有知识和需要达成知识之间搭建桥梁,通过精细加工联系新旧知识,帮助学习者图式建构。

3) 支持程序

呈现学习任务中再生性技能予以掌握和表现的前提信息,通过知识编辑中“程序化”和“合成”两个子过程,将新信息嵌入到能够直接操控行为的认知图式中,帮助学习者图式熟练。

4) 专项操练

呈现一定量的专项练习,通过重复训练促进学习者再生性技能的规则自动化。

其中,任务学习是 4C/ID 模型元素的核心,其他三元素围绕学习任务进行组织。划分学习任务中所包含的创生性技能和再生性技能,分析、呈现相关知能和支持程序并指向两种技能的学习。同时,为了再生性技能的熟练化,设计专项操练进行强化。

2 研究方法

2.1 样本

研究对象为陕西某高校的 60 名大学二年级物理专业学生(其中男生 29 名,女生 31 名),随机分成 A 组和 B 组。两组学生由同一名老师以不同教学方式授课,教学内容选取电磁感应中的“法拉第电磁感应定律”和“动生、感生电动势”两节内容。

2.2 测量变量

1) 学习者前知识水平

学习者前知识水平是通过使用前知识测试题(前测)获得的。两组学生在教学前完成前测,总共 8 道题,满分为 10 分。例如,在“法拉第电磁感应定律”课程研究的前测主要关注两点:一是学习者对于电磁感应相关概念的掌握情况,比如磁通量的影响因素。二是学习者是否掌握教学重点的某些知识内容,比如法拉第电磁感应定律的简单应用。根据试题内容特点和学生总体答题情况,将实验组学生的前测成绩进行排序,取前 50% 为高前知识水平,取后 50% 为低前知识水平。

2) 学业表现

根据 4C/ID 模型的教学目标,本研究将学业表现分成两部分去测评,即知识获得和迁移水平。

知识获得是学习者对于课程内容中基础定律、公式的理解;迁移是学习者对已获得知识的可用性、普遍性程度的价值判断。例如“法拉第电磁感应定律”课程中,知识获得主要关注学习者对于新学知识方面的获得情况,如感应电动势的大小计算及方向判断;迁移主要关注学生对于生活中电磁感应现象原理分析及积分思想的运用,如电磁炉的工作效率问题。两者都通过使用满分为 10 分问卷(后测)获得。

3) 认知负荷与焦虑

为了探讨两种教学模式下,学生认知负荷和焦虑情绪的差异以及和学生学业表现的相关性,选择 CLT 理论(Cognitive Load Theory)关于认知负荷的分类进行项目设计,即从内部认知负荷、关联认知负荷、外部认知负荷三方面反应学习者的总体认知负荷。项目采用李克特五点量表,学生根据题意选择符合自己情况的选项,从 1~5 选项赋分为 1~5 分,具体结构细目如表 1 所示。

表 1 认知负荷和焦虑问卷结构

调查问卷模块		项目 题号	调查问卷 模块	项目 题号
认知 负荷	内部认 知负荷	任务量 Q1	学习 过程	Q7
		任务 难度 Q2		
	关联认 知负荷	付出 时间 Q3	焦虑 情绪	自评 表现 Q8
		付出 努力 Q4		
	外部认 知负荷	呈现 内容 Q5	测评 过程	Q9
		活动 形式 Q6		

3 教学过程

3.1 基于 4C/ID 模型的教学设计

电磁学是物理学专业学生的必修课之一,其中的电磁感应现象内容较为抽象,需要学习者在所学知识基础上综合模型建构、数学推导、积分转化等多种技能解决实际问题。然而,大多数教学设计以现象描述、规律呈现、本质分析、实际运用

的教学顺序呈现。教师将知识进行分割,以碎片化的形式呈现给学生,最后却以综合任务形式呈现,让学生自行综合解决实际问题,缺乏各个知识点和技能的综合协调学习过程,致使学习者不能较好地完成知识的迁移^[9]。基于此,采用面向综合学习的 4C/ID 模型进行教学设计,解决目前传统教学设计碎片化的问题。

3.1.1 学习任务设计

研究选择电磁感应内容中“法拉第电磁感应定律”和“动生电动势与感生电动势”两节课程内容。在本研究中,将学习者的学业表现作为常规任务呈现给学习者。以“法拉第电磁感应定律”为例,在该课程完成后,学习者需要运用所学的电磁感应知识解决生活中的综合问题,即在创生性层面,学习者需要运用积分思想、补偿思想将生活中复杂模型转化为简单的线性闭合电路模型;在再生性技能层面,学习者需要掌握电磁感应定律以及楞次定律解决计算瞬时电动势的大小和方向判断问题。根据课程目标中学习者所学技能构成分析,确定了四种学习任务,分别为案例任务、模拟任务、补全任务、常规任务。其中这四种任务的支持力度大小或者数量逐步减少,最终指向反应学习者学习效果的常规任务,如表 2 所示。

表 2 课程学习任务类型及内容

课程内容	任务类型	任务内容
法拉第电磁感应定律	任务一 案例任务	任务 1:理解火力、水力等发电机的原理并求解交流发电机中的瞬时感应电动势
	任务二 模拟任务	任务 2.1:理解电吉他原理以及感应电流的变化分析 任务 2.2:判断法拉第电磁感应现象中的电流方向
	任务三 补全任务	任务 3.1:理解电磁炉的涡流效应并解决导电圆形截面的锅侧壁中感应电流的最大值问题 任务 3.2:理解高频感应炉的加热原理并解决圆柱内涡电流产生的功率大小
	任务四 常规任务	学业表现测评:知识的获得+迁移应用

其中的案例任务就是从生活实际中的火力、水力、风力发电机出发,建立模型,将其原理抽象为矩形线圈在磁场中运动,引导学生理解线圈中的电动势的大小和方向是时刻变化的,在学生现有认知“平均感应电动势”的基础上发展到“瞬时感应电动势”,同时启发引导学生利用微积分思想进行拓展,教师总结提供“相关知能”支持—电磁感应定律及其理解,发展其创生性技能。然后教师引导学生对案例任务进行具体计算,分析发电机中感应电动势的变化规律,学习再生性技能,期间教师会提供一些计算技巧、判断方向等支持程序。之后学生再通过模拟任务进一步强化。“补全任务”依然是从实际问题出发,但与前两个相比,感应电流从线电流到面电流再到体电流,逐步拓展加深再生性技能。“常规任务”就是学业表现测评,包括基础知识的掌握和迁移应用。其中的迁移应用中有一道题目计算电磁炉上导电圆形截面的锅“底部”中感应电流瞬焦耳热功率,考查学生迁移应用能力的获得情况。

3.1.2 相关知能、支持程序、专项操练设计

根据 4C/ID 模型,在每个学习任务中均设计了帮助学习者完成任务的相关知能、支持程序、专项操练。相关知能帮助学习者提炼问题解决的思路和认知策略,包括教师准备的学习材料和案例学习中的视频,指向创生性技能的培养。支持程序提供学习者学习所需的前知识和程序化的问题解决规则,主要包括电磁感应现象的规律、公式等指向再生性技能的培养。呈现专项操练,包括教师准备的练习题,帮助学习者熟练掌握常规知识,指向再生性技能的强化。

3.2 研究过程

本研究是在一所大学的智能教室中进行,一个自然班的学生被随机分成 A 班和 B 班进行干预,实验分为两次课程。第一次 A 班为实验组(4C/ID 模型),B 班为控制组(常规教学);第二次 A 班为控制组(常规教学),B 班为实验组(4C/ID 模型)。正如前面提到的,两次实验都由同一名教师进行授课且两次实验研究过程相同。在开始前,对所有学习者进行前测,以确定他们的前知识水平。随后对学习者的实验干预,两个班级都被安排在同一天授课,每个班级各进行 2 次 60 分钟的课程。课程都结束后,进行学业表现测试和认知负荷及焦虑情绪的问卷调查,以获得两种教学模型的效果,具体教学过程安排如表 3 所示。

表 3 教学过程

第一课时 60 分钟	
1. 介绍课程要点以及课程目标	
4C/ID 模型教学	传统模型教学
2. 任务一:案例任务	2. 讲授法拉第电磁感应定律
3. 任务二:模拟任务	3. 例题讲解
第二课时 60 分钟	
4. 任务三:补全任务	
4. 教师讲授楞次定律、涡电流等知识	
5. 讲解例题	
2 分钟休息	
5. 任务四:学业表现测试: 知识获得测试(10 分钟) 迁移(15 分钟) 认知负荷与焦虑测试 (5 分钟)	学业表现测试: 知识获得测试(10 分钟) 迁移(15 分钟) 认知负荷与焦虑测试(5 分钟)

4 研究结果

4.1 学业表现

根据课后测试结果,不同教学模型对于学习者的学业干预效果如表 4 所示。从“知识获得”上的分数统计结果可以看出,两节课程中实验组的表现均稍优于控制组。但是没有显著性差异,说明 4C/ID 模型与传统教学设计在学习知识层面方面差异不显著;在“知识迁移”应用方面,两节课程结果也相一致,都表现为实验组优于控制组,且具有显著性差异($p<0.05$)。与实验预期相符合,证明了基于 4C/ID 模型教学设计的优势在于学习者迁移应用及解决综合问题的能力的培养。

4.2 不同前知识水平的学习者的迁移能力表现差异

不同前知识水平学生的学业表现如表 5 所示。根据统计两次实验中不同前知识水平的迁移表现,可以发现前知识水平低的学习者迁移表现稍低于前知识水平高的学习者,但两个无显著性差异($p>0.05$)。

同时,分析前知识水平与学习者迁移表现是否存在相关性,进行相关性分析,结果如表 6 所示,表明学习者的前知识水平与学业表现不存在显著相关性。

表 4 学业表现测试分数统计

课程内容	测试部分	分组	M	SD	显著性
法拉第电磁感应定律	知识获得	实验组(A 班)	7.79	1.67	0.089
		控制组(B 班)	7.07	1.51	
	迁移	实验组(A 班)	4.76	1.65	0.000*
		控制组(B 班)	3.05	1.46	
动生电动势与感生电动势	知识获得	实验组(B 班)	5.47	1.61	0.204
		控制组(A 班)	4.99	1.26	
	迁移	实验组(B 班)	5.62	1.72	0.003**
		控制组(A 班)	4.03	2.18	

注:*表示 $p<0.05$ 存在显著性差异,**表示 $p<0.01$ 存在极其显著性差异。

表 5 不同前知识水平学生的迁移表现测试分数统计

课程内容	前知识水平	M	SD	显著性
法拉第电磁感应定律	低	4.12	1.73	0.057
	高	5.36	1.36	
动生电动势与感生电动势	低	4.97	1.32	0.116
	高	6.27	1.86	

表 6 不同前知识水平与学习者迁移水平相关性分析

前知识水平	课程内容	皮尔逊系数	显著性
前测	法拉第电磁感应定律	0.266	0.163
	动生电动势与感生电动势	0.261	0.164

4.3 认知负荷与焦虑

为了了解学生在 4CID 模型下的认知负荷和焦虑情绪,调查结果如图 2 所示。可以看出实验组学习者的认知负荷和焦虑情绪均高于控制组。分析数据呈现原因,认为在总体认知负荷上,由于

4C/ID模型一开始就给学习者呈现综合性任务,学习者需要综合归纳的信息高于传统学习的控制组,要求学习者进行积极思维,从解决实际问题中学习新知识,需要付出更多的精力,在做中学习,因而导致认知负荷高于控制组。在焦虑情绪方面,学习者首次面对4C/ID模式,上课首先接触真实、综合的学习任务,加上课堂学习任务紧凑,学习者在课堂学习中的焦虑较高于控制组。

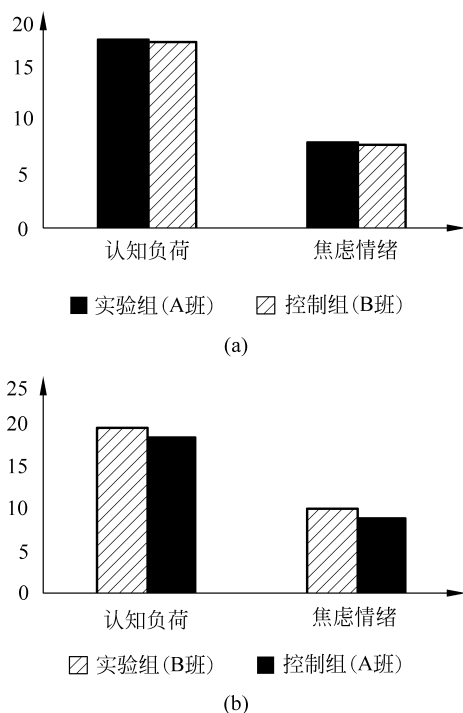


图2 学生认知负荷、焦虑情绪统计图
(a)“法拉第电磁感应定律”;(b)“动生电动势与感生电动势”

5 结语

4C/ID教学模式关注整体目标、实际任务、学生综合能力发展,实现学生在实际情境下的有效迁移^[10]。基于此,在分析4C/ID模型的内涵和构成要素的基础上,设计基于模型的教学活动并初步证实了其在学生知识获得和迁移方面的有效性。但研究也发现4C/ID模型下学生的总体认知负荷和焦虑情绪均高于传统教学。这可能与实施时间及学生的适应过程有关,同时也提示应在教学设计进一步改善,强化教学过程中的支持力度,优化内容呈现,从而降低学生的认知负荷和焦虑情绪,激发学习者的内在学习动机,养成积极主动、勇于探索的学习态度。

参 考 文 献

- [1] 杰伦.J. G. 范梅里恩伯尔. 综合学习设计[M]. 盛群力,译. 2版. 福州:福建教育出版社,2015:3-4.
- [2] 徐显龙,周知恂,嵇云,等. 基于4C/ID模型的复杂技能综合学习设计及成效[J]. 中国电化教育,2019,(10):124-131.
XU X L, ZHOU Z X, JI X, et al. Design and effectiveness of comprehensive learning for complex skills based on 4C/ID model [J]. China Educational Technology, 2019, (10): 124-131. (in Chinese)
- [3] MELO M, MARCELINO M, MIRANDA G, et al. Modelo instrutivo 4C/ID: Efeitos sobre as abordagens à aprendizagem de alunos do 9º ano [J]. Análise Psicológica, 2018, 36(3): 261-278.
- [4] FREDERICK K, JAN E. Developing technical expertise in secondary technical schools: The effect of 4C/ID learning environments[J]. Learning Environments Research, 2007, 10(3): 207-221.
- [5] LIM J, ROBERT A, ZANE O. The effects of part-task and whole-task instructional approaches on acquisition and transfer of a complex cognitive skill[J]. Educational Technology Research and Development, 2009, 57(1): 61-77.
- [6] 李爽,张艳霞,喻忱. 基于4C/ID模型的自主学习活动设计及教学应用[J]. 现代远程教育研究,2015(5):85-93.
LI S, ZHANG Y X, YU C. The design and implementation of self-regulated learning mode based on 4C/ID model [J]. Modern Distance Education Research, 2015(5): 85-93. (in Chinese)
- [7] 杰伦.J. G. 范梅里恩伯尔. 掌握综合认知能力[M]. 盛群力,译. 福州:福建教育出版社,2017:7-8.
- [8] 郭芳侠,何琳. 基于4C/ID模型的综合学习教学设计——以“力的分解”为例[J]. 物理教学探讨,2021,39(6):30-34.
GUO F X, HE L. Teaching design of integrated learning based on 4C/ID model: A case study of “Force Decomposition” [J]. Journal of Physics Teaching, 2021, 39(6): 30-34. (in Chinese)
- [9] 钟志贤. 传统教学设计范型批判[J]. 电化教育研究,2007,(2):5-10.
ZHONG Z X. Critique of traditional instructional design paradigm [J]. e-Education Research, 2007, (2): 5-10. (in Chinese)
- [10] 杰伦.J. G. 范梅里恩伯尔,理查德.E. 克拉格,马塞尔.B. M. 特克洛克,等. 综合学习的蓝图(下)——四元教学设计模式[J]. 当代教师教育,2016,9(2):48-54.
VAN MERRIENBER J, CLARK R, DE CROOCK M. Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. Educational Technology [J]. Contemporary Teacher Education, 2016, 9(2): 48-54. (in Chinese)