

复杂性视角下的院校实践性教学研究

——以“指挥信息系统”课程教学为例

张翰博, 陈锋, 曹波

(陆军军事交通学院 镇江校区, 江苏 镇江 212000)

摘要: 复杂性理论是研究复杂系统和复杂性的前沿科学理论, 对各类不可预测、不可还原的系统研究具有重要指导价值。院校实践性教学以专业技能训练为主, 开放性、探索性较强, 呈现出系统化、信息化、多元化、动态化等复杂性特征。从复杂性视角出发, 以“指挥信息系统”课程教学为代表案例, 研究发现当前实践性教学系统具有适应性优势、涌现性潜势、不确定性运势等特点, 应树立系统化思维、坚持以人为核心、培塑信息化理念、强调成长与协同, 在应变中提升自主适应性能、激活内生动力, 强化关联交互行为、催生涌现效应, 坚持守正创新理念、拥抱不确定性。研究院校教学系统的复杂性特点规律, 对推动实践性教学质量提升具有一定的启发意义。

关键词: 复杂性; 实践性教学; 适应性; 涌现性; 不确定性

中图分类号: G642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874(2023)03-0102-07

Research on Practical Teaching in Colleges from the Perspective of Complexity: Taking the Command Information System Course as an Example

ZHANG Han-bo, CHEN Feng, CAO Bo

(Zhenjiang Campus of Army Military Transportation University, Zhenjiang 212000, China)

Abstract: Complexity theory is a cutting-edge scientific theory for the study of complex systems and complexity, which has important guiding value for the study of unpredictable and irreducible systems. The practical teaching in colleges mainly focuses on the training of professional skills, which is open and exploratory, and presents the complex characteristics of systematization, informatization, diversification and dynamic. From the perspective of complexity, taking Command Information System as a representative case, the research found that the current practical teaching system has characteristics such as adaptability advantage, emergence potential, and uncertainty. In order to cope with these characteristics, it is necessary to establish systematic thinking, adhere to the people-oriented concept, foster information technology, emphasize growth and collaboration, improve self-adaptive performance, activate internal power, strengthen correlation and interaction behavior, promote emergence effect, adhere to the innovation concept, and embrace uncertainty. The study of the complexity of the teaching system in colleges has enlightening significance for promoting the practical teaching quality.

Key words: complexity; practical teaching; adaptability; emergence; uncertainty

一、引言

复杂系统,通常指使用经典科学、还原理论无法解释的,由一定规模的实体通过复杂的相互关系,自组织地相互作用、相互影响,聚合形成的体系,通常产生远超个体累加和的整体效应^[1]。目前,对于复杂系统尚无统一的定义,但学术界普遍认同,复杂系统的局部与整体不是纯粹的拆分组合关系,并普遍具有非线性、因果不明确、结果不可重复、状态混沌等性质。战争系统、人体系统、生物系统、社会系统等,都是典型的复杂系统^[2]。

在时代发展背景下,院校教学也由传统的教与学简单组合,向复杂巨系统演变;由单向讲授、知识累加、个体分散独立的模式,向教学相长、知识爆炸、思维聚合发散的模式演变。尤其是院校实践性教学,具有较强的高阶性、探索性、开放性、综合性、应用性,教学组织要求高,目标需求层次高,组训难度较大。以复杂性视角研究教学系统各实体各要素的交互关系,探索实践性教学复杂发展规律,有利于从本质上把握教学矛盾变化,从底层逻辑出发推动教学整体效果提升。

本文以“指挥信息系统”课程教学为例,探索复杂性视角下院校实践性教学的特点、启示和应对思路。“指挥信息系统”课程是军队院校指挥类专业本科教育的必修课程和核心知识领域课程,课程通过理论知识与实践训练相结合,提升学员的信息化指挥素养,培养学员的指挥信息系统操作运用能力。课程信息化程度高,要求学员能够运用所学技能,实施指挥作业,完成现实任务,组训难度较大,具有典型的复杂性特征。

二、当前院校实践性教学的复杂性特点分析

复杂性系统由自主性实体组合交互而成,具有3个典型特征:适应性、涌现性、不确定性。当前院校教学以信息技术大发展为时代背景,朝向信息化、智能化科技前沿,教学系统与高新技术深度融合,教学个体多元化,呈现更为突出的复杂性特征^[3]。

(一) 教学个体“鲜活”,存在适应性优势

复杂系统的适应性,是指系统实体能够动态地、自适应地改变属性、自我调整,以实现特定目的的属性。适应性是复杂系统演化和发展的基础动力。正是实体这种自我改变、自我调整的适应性,使系统呈现出复杂性。例如,自然生态系统是典型的复杂系统,生物个体为适应自然环境的变化,进化出独特的生物特征和生存本领,造就了生物多样性和生态复杂性。适应性的核心是智能,实体的适应行为具有明显的目的性、自主性、协同性,因此只有“活”的实体才能自适应地演化发展。

院校教学系统以教员和学员为基本实体,思维活跃、技术聚集、个性明显、自主性强,不仅具备“鲜活”的实体特征,而且具有超强的认知能力、思维能力、实践能力和交流能力。这种自主适应的能力,在操作性强、相对开放的实践性教学中表现更明显,教学实体能根据教学目标,自发地作出改变和调整,主动影响整体状态,具有显著的适应性优势。

根据“指挥信息系统”课程学情分析,学员已经完成了“大学计算机基础”等公共课程的学习,多数通过了计算机二级考试,整体具备较好的信息化设备使用能力和学习能力,普遍具备较强的学习愿望和探索精神,能够自主通过微课慕课等网络资源学习理论内容,自主通过开放实验室摸索系统基本功能的操作使用,具有明显的适应性优势。

(二) 教学活动“灵动”,存在涌现性潜势

复杂系统的涌现性,是指通过系统实体的自适应、自组织和交互行为,可以引起系统整体性质突变,或者产生新性质。涌现效应源自系统底层实体简单的动作和基本的交互,带来的却是全局性的质变与新生,是系统发展的关键节点。例如,亚马逊雨林几十万只行军蚁组成的蚁群,通过每只蚂蚁简单的行为与蚂蚁间信息素的交流,可以形成有组织有智慧的、能量足以吞噬一片森林的集体智能性“超生物”。涌现性的核心是交互,个体行为的重复和个体数量的增加不能形成涌现,个体间信息交流、行为互动并形成影响全局的综合效果才能称为涌现。

教学发展的过程是交流碰撞的过程,实践性

课程中教学个体具有更强烈的交互意愿、更高超的交互水平,可以充分地相互作用,最终形成整体性、扩张性、爆炸性的涌现效果,因而具有更强的涌现潜势。其涌现效应已不再是“ $1+1=2$ ”或“ $1+1=3$ ”的简单逻辑,而是完全不同的因果效应。它可能是“1个实体+1个实体=10种方法”“10种方法+10种方法=1种新思想”。

在“指挥信息系统”课程教学中,学员对信息化条件下作战指挥和装备运用表现出浓厚的学习兴趣和强烈的交流愿望,通过对研究讨论、分组协作、任务评比等简单交互方式的有效引导,往往引发头脑风暴,深化对理论知识的理解,拓展课程学习的边界,探索装备运用的新方法,通过基本的功能操作完成复杂的指挥作业,形成显著的涌现性潜势。

(三) 教学系统“混沌”,存在不确定性运势

复杂系统的不确定性,是指系统事件的原因和结果通常具有偶然性,用经典的因果逻辑、还原理论无法解释和预测。不确定性表现为系统的“混沌”状态。混沌最初是指非线性动力学,其实质是对初始条件的敏感依赖性,即“小动因引发大结果”。“蝴蝶效应”就是“混沌”的典型表现。“南美的蝴蝶扇动了一下翅膀,导致亚洲发生一场风暴。”在混沌状态,即使有足够多的确定性信息,复杂系统依旧不可预测。但“混沌”中依然存在秩序,要从更高的层级上把握共性、挖掘规律。

教学资源的扩展、教学信息的增长,反而提升了教学系统的不确定性;而教学实体的“鲜活”特征、教学过程的“灵动”交互,更是增强了混沌效应。例如,实践训练中微小的操作差异产生不确定的结果差距,模拟训练各类想定情况下不确定的决策产生不可预测的态势变化,由于不同学情、不同阅历而对同一问题产生不确定的认知等。这里说的教学系统的“混沌”,并不是指教学目标、教学设计的不明确或者教学过程的无组织,而是教学运行中不确定性发展、偶然性事件的概率增加。

“指挥信息系统”课程教学对象包括青年学员和士兵学员,面向各个战区、各军兵种的任职岗位,学员知识基础、军事阅历、学习需求、学习能力、兴趣方向等学情各不相同,信息化素养和

军事指挥素养存在明显差异,因此在系统功能运用、多席位编组协同等方面存在较大的不确定性。由于课程以前沿军事理论研究、实操实作探索、功能整合运用等内容为主体,具备较强的高阶性、开放性、综合性特征,强化了不确定性发展趋势。

三、复杂理论对院校实践性教学的启示

教学个体的属性变化引发教学系统的复杂性演化。“学”随着适应性的提升逐渐发展成为主体地位,“教”相应地由全面主责向涌现主导转变。在系统演化中,复杂性理论对改进教学思路具有指导启发作用^[4]。

(一) 树立系统性思维

党的二十大报告指出:“必须坚持系统观念。万事万物是相互联系、相互依存的。只有用普遍联系的、全面系统的、发展变化的观点观察事物,才能把握事物发展规律。”教学不仅是一个过程,也是一个系统。无论是一个课堂、一个班次,还是一个层级、一所院校,都是一个包含教与学、师与生各个要素,包含教授与接受、交流与碰撞、传承与创新各类交互关系的动态适应的复杂系统。以系统的视角看待教学,可以更好地整体性组织、综合性谋划。

在系统性思维主导下,实践性教学组织不仅是个体的集中控制与统一行动,更是多元融合、思想涌现的系统活动。教学过程也不是教学阶段的简单接续,而是教学系统的发展与演进。“指挥信息系统”课程教学个体具有较强的适应性,能够相互联系、相互影响,教学过程处于动态变化中。把独立的教学个体以系统的方法联系起来,用发展变化的视角组织教学,把握教学系统的整体规律,激发个体主动适应、相互作用的能力,促进个体协同配合构成协调一致的整体,从而催生涌现效应。

(二) 坚持以人为核心

“人”是教学系统的核心,是教学系统复杂性的根本成因,是适应性优势的源头和基础,是涌现效应的行为主体。教学系统的一切发展和演化,都是围绕“人”展开,以“人”为起点和目标。教学模式的设计、教学过程的推进、教学问题的

处理、教学成果的形成,根本在于运用“人”的机智。以人为核心,最首要的是贯彻“教为主导、学为主体”理念,充分发挥教员和学员的主观能动性。其中,“教”是基本手段,是复杂系统在不确定性中演进的方向指引;“学”是最终目标,是教学系统发展的基本驱动力。

“指挥信息系统”课程的主要内容围绕各类军事指挥信息系统展开,主体为各类系统功能的操作使用,教学组织极易被系统设计牵住鼻子,发展为“读说明书”式的教学。在教学设计中应把“人”的作用作为首要因素,认清指挥信息系统作为信息化条件下作战指挥的工具,是指挥艺术发挥的载体,归根结底是为“人”服务的。因此,课程教学应当以教学对象为中心,以综合运用各类系统功能完成现实任务为目标,重点培养思考谋划和统筹运用的能力。

(三) 培塑信息化理念

信息化是时代发展的必然,也是教学发展的必需。信息世界自身就是庞大的复杂系统,当其与教学系统相融合,推动了教学内容、教学手段的巨大变革。网络上慕课网课微课眼花缭乱,SPOC、翻转课堂、远程教育、混合式教学等新模式层出不穷,云端上的数据覆盖全球全域全时空,虚拟世界的探寻更加深入、研讨更加激烈。教与学已经摆脱了教室和课堂的束缚,甚至挣脱了院校的限制,复杂性特征凸显。只有信息化的思维理念,才能适应信息时代的改变,应对信息技术带来的复杂性。

指挥信息系统是高技术条件下实施作战筹划和指挥控制的基本工具。“指挥信息系统”课程的教学目标,主要是强化信息化指挥的专业技能,具备良好的指挥信息素养,培养信息化的军事思维方式。因此,课程教学应基于信息化条件下作战指挥人才培养要求,深入挖掘信息主导的现代战争制胜机理,突出信息元素,聚焦打仗元素,培塑信息意识、科技意识、创新意识。同时,理论教学充分利用网络教学平台和慕课微课资源,锻炼利用信息资源探索求知的能力,实践教学充分发挥云虚拟机、模拟训练器材等信息化教学手段的优势,培养信息化设备操作使用技能。

(四) 强调成长与协同

任何复杂系统的形成都需要一个逐步成长的

过程。复杂性教学系统的成长与演化,并不是对传统教学的摒弃与颠覆,而是一个“扬弃”的过程。既要把握认知矛盾,坚持“传道受业解惑”的本职任务,发扬“学而时习之”的求知之乐,基于传统教学模式把握主线、综合集成,更要针对复杂性特征,强调协同共赢,求同存异、良性竞争,思想融合、和而不同,使系统的每个实体都为整体教学目标服务。

“指挥信息系统”课程教学系统随着目标需求与能力增长之间矛盾的逐步发展,存在从基于理论形成基本认知、基于系统训练操作技能、基于任务重在应用成效的成长演进过程。在教学系统的复杂性发展中,更应明确教学目标、把控教学基调,基于学员岗位任职需要,基于现实军事任务需求,发挥教学对象的适应性优势,任务牵引、激励探索、层次推进,促使教学系统从培养业务技能,向提升信息化指挥技能,最终向强化信息意识和思维模式、服务作战指挥发展。

四、复杂性视角下院校实践性教学的应对思路探索

以复杂性视角观察教学系统演化,以复杂性理论剖析教学系统发展,针对院校实践性教学的复杂性特征,从本质上探索有效应对思路^[5]。

(一) 提升自主适应性能,激活内生动力

复杂性教学系统的适应,是教学双方为实现共同的教学目标,进行认知与反馈、协调与控制、调整与改变的过程,具有自发性、智能性、目的性。“学然后知不足,教然后知困”,教和学的过程,都是不断发现问题、解决问题的过程。面临的问题越复杂,就越需要自主适应,即学会教与学会学。学会教,即适应时代发展与环境变化,锻炼教学机智,提升教为主导的能力;学会学,即在学习的过程中学会自我调节、主动改变,提升学习能力、思考能力、探索能力,最终提升面对复杂问题的应变能力和解决能力。

教学个体自主适应的能力,是应对教学系统复杂性的内生动力,本质是教学双方主观能动性的表达,即教员与学员的主观意识和实践活动对教学系统发展演化的能动作用。促进教学系统自主发展,根本是发挥人的主观能动性,首要是培

养教学认知,引导教学双方能动地认识和感知教学环境,关键是激发实践活力,自主地动态调整、探索进步,以自主的教学实践改造系统、发展系统。

“指挥信息系统”课程以提升教学个体适应能力作为基本理念,采用线上自学自研与线下重点讲解相结合、基本功能演示与实践运用探索相结合的方式,基本内容学员唱主角、教员做补充,重难点内容教员针对讲、学员自主练,充分激活教学个体内生动力。特别是综合运用阶段,以现实军事任务为背景编写教学想定,以完成某次想

定任务为主线,突出任务牵引和目标导向,激发学员自主探索和综合运用主动性,同时启发学员对系统功能需求和改进思路的思考。教学个体适应性是感知能力、思维能力、实践能力、探索能力等能力的融合,可表示为:

$$\text{适应性} = \{ \text{感知能力} | \text{思维能力} | \text{实践能力} | \text{探索能力} \}$$

上式中,各适应性元素的含义和实例如表1所示。

表1 “指挥信息系统”课程教学个体适应性元素表

适应性元素	元素含义	课程实例
感知能力	对教学系统发展的感知能力,理解教学目标、教学设计、教学模式、教学方法的能力,教学过程中发现问题的能力等	学员对线上引导和线下启发相结合的教学方法的感知,对教学想定的理解,对基于云服务器和虚拟机的系统操作方式的感知
思维能力	特指主动思维的能力,主要包括教学过程中分析问题、研究问题的能力	根据线上教学资源,思考系统功能需求、优势短板、统筹运用等问题,根据课上引导启发分析实践问题的能力
实践能力	自我改变、自我调整的能力,主要指根据教学过程中的感知和思维,改变知识建构、学习方式、实践方法、学习状态等自身属性的能力	熟悉教学模式,熟练应用教学设备,自主完成实践任务,综合运用系统功能完成复杂的想定任务
探索能力	指对问题区域、未知领域进行主动地、积极地探索、求知、改造的能力	能够举一反三探索系统功能和其他指挥信息系统,对教学模式和教学想定进行改进设计

(二) 强化关联交互行为,催生涌现效应

复杂性视角下教学系统的发展演化本质是涌现效应,即聚合集成各类思维,形成综合性、整体性效应。涌现效应的必要条件是实体的交互,即教学个体之间有意识的相互作用。教学个体交互的前提是组织性,即通过确定的规则,如教学计划、课堂组织、程序安排等,使实体间产生特定的关联。因此,在教学组织的过程中,应重视教学系统的复杂关系,通过统筹设计、明确目标、宣布纪律、合理分组、层次搭配等方法,有效整合各类教学要素,形成有机的整体。教学实体建立关系后,相互作用、相互影响,为教学成果的涌现提供条件。

教学系统的交互强调互动性,即交互双方以平等的关系相互作用,并对对方产生实质性影响。因此,传统教学模式下的提问回答、讲解反馈、上交作业等交流方式并不属于交互。因为在上述过程中双方的地位不是平等的,信息的流向是单

向的,行为的结果是可预知的,通常只对一方产生影响。复杂教学系统的交互,是交互双方主动地、主观地、有意识地相互作用并相互改变,其不受对象、方式、层级、时空等条件限制,强调交流探讨、思想碰撞的行为,突出学员主体地位,结果不以人的意志为转移,需要持续的引导和长久的磨合,才能形成目标明确、协同合作、教学相长的正向效应。

“指挥信息系统”课程前沿性、探索性、应用性较强,教学目标不受固定标准的禁锢,而更强调指挥能力的培养,教学效果往往随着教学个体的交互行为而动态提升。如果采取传统的教学个体独立活动的教学方式,往往限制教学系统活力,形成教学效果瓶颈。在教学设计中,以教学想定为背景划设指挥要素、设置指挥席位,通过分组合作、协同研讨、模拟对抗、竞争评比等交互方式,挖掘教学个体潜力、释放整体效能,催生教学系统涌现效应。教学个体涌现性可表示为:

涌现性 = { 互动意愿 | 表达能力 | 合作意识 | 影响能力 }

上式中, 各涌现性元素的含义和实例如表 2 所示。

表 2 “指挥信息系统”课程教学个体涌现性元素表

涌现性元素	元素含义	课程实例
互动意愿	指主动地、自发地与其他个体发生相互关系、产生行为互动的意愿	参加课堂研讨交流的热情, 与他人分享操作方法、实践体会的意识
表达能力	指通过书面、口述等各种方式表达思想的能力	在研讨交流中清晰明确地表达想法的能力, 进行示范操作的能力等
合作意识	指通过协同合作的方式进行交互的意识	参与分组合作, 研究完成复杂任务的意识, 参与整个班次协同配合的意识
影响能力	交互结果的量化体现, 表现为通过表达、示范、互动、合作等交互行为, 对系统和其他个体的改变程度	通过示范操作、研讨交流、协同合作等方式, 对他人产生启发或推动教学模式改进的能力

(三) 坚持守正创新理念, 拥抱不确定性

不确定性为教学创新提供了未开垦的沃土。如果教学系统的每个步骤、每项内容都是确定的, 教学就会回归到按部就班的程式化模式, 复杂性也将不复存在。正是由于不确定性的存在, 一切皆有可能。正如在开放实验室的不确定性操作下, 更可能创造出新的更有效的实践方法; 在想定式教学的不确定性思考下, 更可能产生新的策略与方案; 在翻转课堂中心互换的不确定性研讨下, 更可能发现新问题, 擦出新火花。所以, “你要创新吗? 去拥抱不确定性吧。”

面向不确定性的教学创新, 本质是围绕教学主线的问题管理。这并不是漫无目的的天马行空, 而是依靠教学机智, 在“有序”与“混沌”之间的守正创新。因此, 并不是课堂越开放、活动越丰富、形式越多样, 教学创新就一定越多。有效创新需要教学不确定性有合适的“度”, 需要把握确定与不确定的平衡。创新不能脱离教学大纲、教学计划、教学目标这些确定的“纲”和“魂”, 不能改变客观真理和现实规则, 但可以在理论方法、方案策略、应用实践等不确定性问题上充分推导演绎、创新探索。

“指挥信息系统”课程以实践内容为主, 包括操作训练、模拟演练、实装实训等环节, 易出现

交互活动偏离主题、节奏不一难以把控等教学个体主观问题, 也存在设备故障延误时间、时空范围秩序混乱等客观问题, 课程开放程度高, 组训难度大。因此, 教学设计必须坚持以战领教、为战抓教, 聚焦指挥能力需求和岗位任职需要, 明确教学主线, 注重协调控制。教学秩序是组训效果的保证, 既要充分调动教学个体积极性, 营造活泼热烈的教学氛围, 又要把握教学总基调, 保证组织秩序整体可控。通常以熵值表示系统混乱程度, 教学系统不确定性可表示为正向熵值和负向熵值相互制约、相互平衡的教学组织性度量值, 即:

$$\text{不确定性} = \text{正向熵值} \cap \text{负向熵值}$$

其中, 正向熵值为与教学效果成正向关系的 教学组织性度量值, 即正向熵值越大, 教学效果越好。正向熵值表示为:

$$\text{正向熵值} = \{ \text{目标导向} | \text{自主程度} | \text{离散程度} | \text{拓展程度} \}$$

上式中, 正向熵值元素的含义和实例如表 3 所示。

负向熵值为与教学效果成负向关系的 教学组织性度量值, 即负向熵值越小, 教学效果越好。负向熵值表示为:

$$\text{负向熵值} = \{ \text{规定偏移} | \text{目标偏移} | \text{组织偏移} \}$$

上式中, 负向熵值元素的含义和实例如表 4 所示。

表3 “指挥信息系统”课程教学个体正向熵值元素表

正向熵值元素	元素含义	课程实例
目标导向	以发现问题、解决问题为目的,教学活动与教学目标贴合程度的度量值	课前自主探索并发现问题的能力,课上通过模拟操作、实装体验、协同研讨等方式解决问题的能力
自主程度	通过教学组织,教学对象自主思考和自由探索的程度的度量值	信息化教室和训练设备可开放给学员自主研究的时间,学员自主向实装部队调研的时间等度量值
离散程度	教学个体的分散程度,全体统一行动时离散程度为0,根据教学效果确定临界点	教学分组的合理性,每个小组人数是否足够完成想定任务且无冗余
拓展程度	教学个体基于培养方案和教学目标,探索课程相关问题的深度、广度等度量值	学员对系统拓展功能应用、现实作业应用、多席位协同应用等相关内容进行探索的层次、广度、实用性等

表4 “指挥信息系统”课程教学个体负向熵值元素表

负向熵值元素	元素含义	课程实例
规定偏移	教学设计和教学组织偏移人才培养方案、教学大纲等规定内容的程度	教学目标设计与规定的差距,如通用功能研究的熟练度、专业功能应用研究的层次等
目标偏移	教学实施偏移课程教学计划与教学目标的程度	系统超纲功能研究的时间,系统运维研究的时间等偏移教学目标的精力投入
组织偏移	教学组织偏移正常秩序的混乱程度	教学准备过程中的无效劳动(无效劳动指没有发现任何问题的读说明书式学习)时间,教学实施过程中的无效操作(如偏移教学目标的操作、偏移课堂主题的研讨、操作不当导致的系统问题等)时间等

五、结语

院校教学的复杂性发展,既是充分释放个体活力、推动整体效能跃升的时代机遇,也是把握发展主线、变革教学模式的现实考验。从复杂性视角来看,院校实践性教学呈现出明显的适应性优势、涌现性潜势、不确定性运势等复杂性特征,应以系统化、人本化、信息化、动态化的发展理念,充分激发教学个体自主适应能力,催生教学系统涌现效应,既紧盯教学目标、把握主旋律,又能在不确定性中守正创新,突破传统教学模式瓶颈,实现教学效果质的飞跃。

参考文献:

- [1] 胡晓峰. 战争工程论:走向信息时代的战争方法学[M]. 北京:科学出版社,2018:15-21.
- [2] MITCHELL M. Complexity: A Guided Tour[M]. New York:Oxford University Press,USA,2009:3-15.
- [3] 尹超,和学新. 复杂性理论视阈下的教育研究及其变革[J]. 教育理论与实践,2017,37(25):12-16.
- [4] 霍巧莲. 复杂性理论对我国教育研究的影响[J]. 教育评论,2021(2):146-152.
- [5] 张焕国,毛少武,吴万青,等. 量子计算复杂性理论综述[J]. 计算机学报,2016,39(12):2403-2428.

(责任编辑:毛鸽枝)