

学生感知的数字化游戏挑战水平与学习注意力关系研究*

王广新, 刘兴波, 李 通, 陆 宏

(山东师范大学 传媒学院, 山东济南 250014)

[摘要]注意力对学生认知活动中的感知、记忆、思考等都发挥着至关重要的作用,本研究以游戏理论中“挑战”概念为核心考察了游戏开发规则和机制对注意力的影响。本研究在梳理学者对挑战认识的基础上,把游戏挑战概念化为认知挑战和躯体挑战两个构成要素,研究结果表明学生的性别和游戏经验在两种挑战类型存在显著差异;采用回归分析发现学生感觉到的认知挑战水平与学习注意力呈现倒U型曲线关系,学生感觉到的躯体挑战水平与学习注意力呈现正U型曲线关系。这些实证研究结果提供了挑战与学习效果的联系,明确了认知挑战与躯体挑战对学生知觉任务操作产生的影响差异,这为教育游戏的挑战设计提供了理论参照。

Attention plays an important role in students' perception, memory and thinking. This study focuses on the concept of challenge in game theory, exploring the influence of game development principles and mechanisms on attention. Through reviewing related papers, this study conceptualizes the concept of challenge into two components: the cognitive challenge and the physical challenge. The results demonstrated that there is a significant difference between students' gender and game experience on these two challenges; the results also demonstrated that the relationship between physical challenge level and the learning attention was presented in a reversed U curve. These research results provided the relationship between the challenge and the learning outcome, and also identified the different influences that cognitive challenge and physical challenge have on perceived task, which provided a theoretical reference for the design of educational game.

[关键词] 数字化游戏; 挑战水平; 游戏难度; 认知挑战; 躯体挑战

一、引言

按照目前数字化游戏设计的思想和教学实践的成果来看,它可以为学生创建一个纷繁复杂的交互式学习情境,利用数字化游戏开展学习活动不仅能令学生产生迷人的愉悦体验,也能产生更高质量的教育成果。许多学者早就意识到了数字化游戏在教育和学习中的这些价值,如 Prensky^[1]认为利用数字化游戏能为学生创建有意义的教育体验; Ritterfeld 等人^[2]认为数字化游戏是一个具有强大功能的媒体,它能激励和促进学生的学习活动。

最近二十几年以来,研究人员不仅开发了适合各种学科内容的数字化教育游戏,还阐释了游戏设计所依赖的学习理论,以及游戏开发的规则和机制,如目标、反馈、竞争、挑战、交互等。可是,教育领域的研究

*本文系 2012 年山东省社会科学规划研究项目(项目编号:12CJYJ03)的阶段性研究成果。

者在理解数字化游戏的学习效果和教育意义时，特别关注如何用学习理论指导游戏的设计和开发，鲜有文献探究游戏规则和机制对学习活动和学习结果产生的影响，这极少的效果研究也多是评价游戏规则和机制对学生动机和情感的影响，而对它们如何满足学生认知活动目标所做出的解释缺乏实证研究的分析。因此，我们有必要利用实证研究的方法来解释这些规则和机制在游戏化学习中的相互作用过程，以及分析它们是如何与学习理论整合在一起满足了学生学习要求的，这对正确理解和合理应用数字化游戏于教育和学习活动都会产生积极的影响。

本研究选择游戏开发规则和机制中的核心概念“挑战”作为研究对象，根据以往的研究成果明确定义挑战的内涵，依此详细概念化挑战的结构和构成要素，运用实证研究方法测量游戏化学习活动中挑战机制对学生注意力的潜在影响。

二、理论阐释

挑战是游戏理论体系中的核心概念，它承载着人们对游戏的愉悦体验和获得高品质学习结果的期盼。目前对挑战概念认识的模糊性羁绊了人们对它的功能分析，这需从理论上厘清认识的差异，奠定检验游戏挑战性影响学习结果的研究基础。

1. 关注数字化游戏挑战性的缘由

数字化游戏是 20 世纪 50 年代诞生于美国的大学和军事单位实验室，这个时期只有大学机房的学生和实验室工作人员在大型计算机或屏幕很小的黑白示波器上玩耍，直到 70 年代末专门运行游戏的街机问世，数字化游戏才成了流行文化的符号，因此，数字化游戏出现了几十年之后的 80 年代初，游戏研究才开始登上学术研究的大雅之堂，成为严肃的学术课题。^{[3][4]}

无论是早期的研究者还是时下的研究者都十分关注数字化游戏的特征描述和游戏设计机制的分析，他们的研究内容中很多都提到了游戏设计和开发中分析的一个关键概念——挑战。这些研究者对“挑战”于游戏关系的认识分成两种：第一种是把挑战作为数字化游戏的基本属性或特征，类似的如 Malone^[5]的研究认为游戏动机的关键特征是幻想、挑战、好奇，Garris 等^[6]认为游戏中的幻想、规则/目标、感官刺激、挑战、神秘、控制是有助于实现高品质学习的六个基础特征；第二种是把挑战作为数字化游戏的关键构成要素，如 Prensky^[7]认为数字化游戏有规则、目标、结果/反馈、挑战/竞争、交互、故事等六个关键结构性因素构成，其中挑战/竞争是游戏的核心构成元素。那么，为什么游戏研究者把挑战作为游戏的基本特征或基本构成要素呢？

这正如游戏设计师 Crawford^[8]所说，勇于挑战是人性的一個基本要素，人类会在生活的所有领域如社会、工作和艺术活动中用一生去寻求新的挑战，提高自己的身份认同感，从而获得自我满足。Crawford 对挑战的观点符合了 Deci 的关于内在动机的观点，“人类不仅尝试战胜他们所遇到的挑战，而且他们也寻找最佳的挑战情境”^[9]。其实，学生在学习情境中的表现也是如此，如 Harter 等人^[10]认为学生学习最大的快乐就是来自解决最具挑战性的问题，很容易解决的问题产生相对较少的满足感。学生之所以被游戏化学习活动所吸引，就因为其天性就是趋向竞争性的，“愿意享受游戏活动的关键要素之一就是经历挑战和竞争的情境，它让学

生在游戏活动中获得兴奋，激励他们焕发出充沛的精力和创造性的思想”^[11]。这正如 Sherry 等^[12]对大学生、中学生和小学生游戏化学习结果的调查，他们认为挑战是各阶段学生“玩视频游戏”的首要原因。因此，游戏的挑战性对学生的学习活动产生影响的机制与结果都值得研究者关注。

2. 游戏挑战内涵的理论阐释

现有的数字化游戏研究文献显示，挑战被诸多研究者确定为游戏化学习的一个重要支撑因素，但这些研究者在挑战内涵的认识上各具差异，正如前面所述，有的研究者把挑战作为游戏属性，有的研究者把挑战作为游戏的构成要素，这使得人们在设计评价游戏挑战的工具时经常表现出缺乏应有的透明度，如一些研究者在对感知游戏挑战水平的研究中使用的调查题项仅是一项“如果把该游戏的挑战水平分为 10 级，你感觉它的挑战水平为多少级？”，因学生对挑战认识的差异使得他们对其评价水平的基点存在模糊空间；即使有一些研究者企图使用多个题项详细考察学生对挑战的反应，但其题项也很难被学生理解，如用“当我掌握游戏的某个方面时，我感到骄傲”和“我喜欢通过视频游戏寻找新的和创造性的方式”^[13]等题项评价学生的挑战体验。因此，我们急需阐明这一概念，以便在讨论挑战与数字化游戏的关系时，明白它究竟想表达什么。

从目前的文献来看，正如前面描述的研究者对挑战的认识观点。一些持“挑战”作为数字化游戏基本特征或属性的学者，把挑战定会为学生对游戏的体验，如 Malone 等^[14]认为挑战是一种“最佳的心理体验”，挑战成功获得的成就感会引发高激励的情绪反应；Kim^[15]认为挑战是玩家对个人能力相对于游戏（难度）的体验。而一些持“挑战”作为数字化游戏的关键构成要素的研究者，则会把挑战与游戏中的某个元素结合在一起，如 Prensky^[16]认为游戏的挑战是学生要尝试解决的问题；Vorderer 等^[17]强调游戏设置的障碍物和障碍通常被理解为游戏中的挑战。

虽然 Prensky 把学生要解决的数字化游戏中问题等同于挑战，但同时又强调只有具有合适的冲突和对抗强度，能让学生产生强烈体验的问题才称其为挑战。其实，Prensky、Vorderer 等所描述的挑战是对等于产生挑战的游戏元素如问题、障碍物等，实际上在他们的研究中都是以学生解决这些问题或障碍的体验来分析挑战的成因与结果，本质上与 Malone 等人的认识是一致的，因此，学生在游戏化学习活动中的挑战感实际上是游戏玩家完成任务难度与自己拥有的技能是否平衡之间关系的感受和体验。Hsu 等人^[18]对挑战的定义最能体现这种观点，他们将挑战定义为学生是否有能力解决具有一定难度的游戏目标相关问题的感受。某个游戏是否具有挑战性是因人而异的，如果一个人的问题解决能力强，则这个游戏对他来说挑战性就小；如果一个人的问题解决能力弱，则这个游戏对他来说挑战性就大。这正如 Engeser 等人^[19]所说，挑战是整合了学生感知到的难度和个体技能的复合体。

从上面的论述可以看出，挑战是游戏具有的特征属性，它的描述与三个要素密切相关：学生感知的挑战大小、游戏的难度和学生的胜任力。第一个是学生的体验要素——挑战，它是衡量一个游戏对某个学生是否具有强烈压力刺激的感觉，它是可以用高低、强弱来测度的；第二个是游戏的设计要素——难度，它是指“游戏需要学生付出努力的一种程度要求”^[20]；即设计者在游戏中嵌入游戏情境中的现实问题或人工智能对抗形

成的要学生尝试解决的难题，这或者是有待破解的谜语，或者是游戏角色前进道路上的障碍等，设计者设定的问题复杂程度或人工智能对抗的激烈程度决定了游戏的难度；第三个是学生自身的表现要素——胜任力，它是学生在学习情境中获得一定的学习绩效所必需的潜在特征，它由个人特质、自我概念、态度或价值观、具体指示或行为技能等构成。

本研究认为，学生面对的游戏挑战一般是指在游戏化学习活动中个体解决问题所付出努力的自我感受或体验，即它是个体体验到的游戏难度与自我胜任力两个主观变量的函数。从这个视角来看，挑战是游戏的一种属性，它是游戏化学习过程持续推进的重要激励因素。

3. 评价游戏挑战的概念化结构与要素

Orvis 等^[21]从学生学习活动付出努力的角度认为，游戏的难度是游戏对于学生付出的体力和脑力劳动的程度要求，游戏通过对于学生的行为设定相应的难度标准来提高游戏玩家的知识和技能的水平。从 Orvis 等的游戏难度概念可以看出游戏是从认知思维和身体活动两个方面对学生形成了挑战。其实，这两种挑战可以从学生游戏化学习的实践活动中更容易的体验到。设计者开发的游戏使得学生在游戏化学习情境中形成了心理和生理的压力，如在射击游戏中，学生不仅要精确判断游戏中存在的所有障碍，而且要更快地移动部件，操控他拥有的武器来战胜强大的敌人，这需要学生利用掌握的先验知识和技能去克服这些障碍，他们在游戏化学习活动中能体验到心理和生理两方面的负荷，也就是说游戏在难度设置上不仅要学习者付出心理的努力，又要学生付出身体的努力。因此，按照 Orvis 等人的观点和对学生游戏化学习实践活动的体验分析，我们有充分的理由把游戏挑战概念化为“认知挑战”和“躯体挑战”两种类型。

本研究中游戏化学习活动中挑战概念的阐明，可以用学生在游戏化学习活动中心智和身体的努力程度来表征他们解决游戏问题时产生的挑战，后面讨论数字游戏的挑战时是想用学生以自己的胜任力努力解决游戏内含的问题而产生心智和身体的压力大小感觉来表征。因此，学生感觉到游戏的挑战是以学生的心理和身体的努力程度作为测量挑战的工具，这使得学生对挑战的认识更加透明。

三、研究问题的提出

本研究将以前面提出的挑战的概念化结构为基础构建研究的理论模型，从实证视角检验游戏挑战对学习结果产生影响的实质。

1. 学生的挑战感与游戏化学习行为之间关系的预设

既然学生感知的游戏挑战是源自游戏难度与自我胜任力之间相比较的结果，因此，一个游戏是否具有挑战性是因人而异的。如果游戏设计难度相对于某个个体的技能而言高，就可以说游戏对这个个体就具有挑战性；如果游戏设计难度相对于某个个体的技能而言低，就可以说游戏对这个个体不具有挑战性，或挑战性弱。我们不能简单地按照 Malone 等的观点把挑战一概视作是“最佳的心理体验”，他们这种直接把挑战等同于 Csikszentmihalyi 的“流体验”的观点是不合适的。学生在游戏化学习活动中是否能体验到“流”的感觉“取决于进入个体意识的外在活动和自我内在目标协调程度”^[22]，也就是说只有游戏的难度与学生的技能都处于

高水平，并且二者之间基本趋于平衡状态之时，学生才能体验到高质量的“流”体验。

按照 Prensky^[23]的观点，如果游戏难度小而学生的胜任力较强，则游戏对学生形不成挑战，游戏化学习活动将索然无味，学生的行为表现就差；如果游戏难度大而学生的胜任力较弱，游戏对学生形成过大的挑战，学生的学习活动就会屡屡受挫，产生焦虑感，其学习行为表现也会很差。因此，本研究认为游戏对学生的挑战感觉与学习行为的表现将会呈现出一个倒 U 型结构，如图 1 所示。

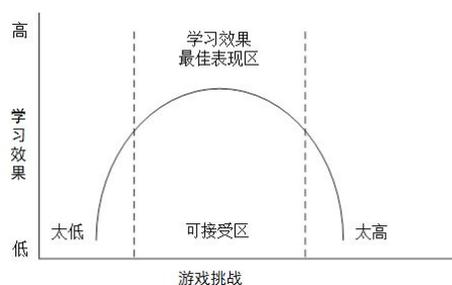


图 1 学生感知的游戏挑战水平与学习效果的假想图

图 1 对挑战思想的解释与 Keller 在 ARCS 动机理论中对挑战的认识基本一致，他认为“当挑战是平衡时，学生的主动性会更强，这样的话，学生不因学习过程太容易变得无聊，也不因学习过程太困而无法取得成功”^[24]。从目前数字化游戏学习领域对挑战研究的成果来看，研究者以往主要关注挑战产生的影响因素，但游戏的挑战大小对认知学习行为的影响缺乏明确和深入的研究，以往的研究只是认为适当的挑战水平是激发个体产生学习动力的原因，挑战具有自我强化学习动机的功能，但对它与竞争、难度等概念之间关系的认识是模糊的，至于它是如何促进个体学习活动的机制几乎没有讨论，尤其缺乏实证研究的结果。

2. 研究问题的提出

自从数字化游戏应用于教育以来，许多学者的研究成果显示这种令人着迷的交互式媒体会导致更好的教育成果，如 Gee^[25]认为利用视频游戏可以创建有意义的游戏化学习活动和教育经验。利用数字化游戏开展学习活动之所以能获得高品质教育成果，可以从班杜拉的社会学习理论得到解释，该理论认为人类的学习行为不仅可以从直接经验获得，而且能从替代经验中获得，数字化游戏就是使用虚拟现实技术，利用逼真的图像和交互技术创建了一种具有丰富体验的学习情境，能让学生用多种手段获得替代性的学习经验。

Fu 等^[26]在对一些教学游戏评估后认为，挑战是使一个教育游戏有效的的主要因素之一。那么游戏的挑战到底对哪些教学效果有效呢？本研究主要是从班杜拉的社会学习理论视角关注它对学生注意力的影响，这是因为这个结果是替代经验学习的基础，也是游戏化学习活动中解决疑难问题和发展批判性思维的基点。班杜拉的社会学习理论认为，人们利用替代性经验的学习活动是通过符号过程和瞬态经验转化为认知模型，这个行为转化的过程源自一系列的子过程，它包括注意、保持、生成和动机过程等。从班杜拉的社会学习理论看出，学生可以从游戏化学习情境中利用有关信息，转化成认知表征符号和信息，最终生成适当的行动，因此，游戏能否有利于集中学生的注意力是替代经验转化成行为和发展思维的基础环节，注意力的形成是认知加工过程的起始点。

游戏挑战将使得游戏化认知活动变得更具复杂性，这是因为游戏建构的虚拟世界使得学习活动成为一个选择性注意和神经心理加工的活动过程，学生要过滤和组织虚拟世界中设计者创造的感知信息。按照 Engeser 等^[27]对游戏直接研究的结果表明，个人技术和技能超过任务挑战会导致积极的情感和注意力，使学生主动参与与知识的整合，吸收知识并得到学习成效。因此，我们预测游戏的挑战性将直接对注意力结果产生积极影响。

四、问卷编制和调查实施

根据前面对挑战概念的分析，以本研究建立的对挑战分析的两维模型为核心，将借鉴Hwang和Fu有关量表的题项编制评价挑战的量表，这为测量学生游戏化学习情境中的挑战体验奠定基础。

1. 测量工具的选择与修订

剑桥高级学习词典把挑战定义为，某件事情需要强大的意志或体力去完成，以此来测试一个人的能力。本研究中的认知挑战主要是依照学生利用认知活动解决游戏化学习情境形成的认知负荷的努力程度来测量，即学生战胜这些心理负荷的心智努力的感觉程度。量表参照 Hwang 等^[28]开发的游戏化情境中认知负荷量表改编而来，对题项的描述修改成学生克服相关认知负荷的努力程度的体验水平，共有 6 个题项构成，采用李克特自评式五点量表计分。本研究中的躯体挑战主要依照 Fu 等人^[29]“流”体验量表中的挑战题项修改而来，这些题项反映了学生控制游戏活动付出身体努力的感觉程度，共有 6 个题项构成，采用李克特自评式五点量表计分。

注意是心理活动对一定对象的指向和集中，它是伴随着感知觉、记忆、思维、想象等心理过程的一种共同的心理特征。本研究对注意的研究是依据 Keller 的 ARCS 动机模式，该模式中的“注意”源自于期望价值理论中的价值，并借鉴其开发的教材动机量表（IMMS）中的注意分量表，检测学生在游戏化学习情境中对于注意的反应与感受。^[30]Keller 开发的测量注意力的分量表共有 12 个题项，修改后采用 6 个题项。

2. 实验材料的选择和方法设计

为有效评价学生数字化游戏活动的认知效果，选择《模拟挖掘机》作为研究材料，这款游戏是由德国开发商 Astragon Software 制作的一款模拟游戏，它能让 学生体验到驾驶挖掘机的乐趣和学到挖掘技术。本研究之所以选择这款游戏作为实验材料是因为它不仅要求学生操作计算机键盘控制挖掘的动作，也要求学生思考挖掘机的工作原理，以实现快速、正确的挖掘任务，也就说完成该游戏化学习活动需要学生不仅参与策略的制定，还要根据认知结果完成精细的动作技能，即学生面临两种挑战——游戏策略要求学生具有决策技能，游戏角色的运动要求学生具有运动技能。

模拟挖掘机游戏活动包含了两种模式：训练模式和任务模式。本研究开始前采用训练模式让学生尝试驾驶挖掘机，随意进行操作，锻炼基本的操作方法；正式开始实验时采用任务模式，让学生在在规定时间内完成相同的指定任务，比如砂石挖去指定的地方，会根据完成情况和完成时间来进行星级评定。

在本研究中游戏采用台式电脑呈现，其主频是 2.00GHz、2GB 内存、独立显卡、17 液晶显示屏，能采用鼠标、键盘来操作和控制游戏情境内的对象。

3. 研究对象与数据处理

本研究是在 2015 年春季实施的。为在实验过程有效控制学生的实验过程，从 2014 季入学的学生中选取 4 个班学生作为研究对象，他们分别来自普通理科和文科，参与研究的学生共 172 人，其中男性学习者 38 人，占被试人数的比例为 22.09%，女性学习者 134 人，占被试人数的比例为 77.91%。

数据的录入管理和统计分析采用 SPSS20.0 统计软件。

五、数据整理与统计

本研究在调查结束后结合学生对两表的认知，首先对注意力量表、挑战量表的两个维度分别分析，剔除部分学生难以理解的题项，再对剩余项目进行了信度分析，结果显示认知挑战、躯体挑战和注意力量表的 Cranach's Alpha 值分别是 0.79、0.74、0.75，这表明修改后的量表具有较高的可靠性和信度。

1. 学生感知的游戏挑战水平和注意力的差异分析

本研究利用性别、玩模拟游戏经验对学生认知挑战、躯体挑战的感觉和注意力各维度进行了独立样本 T 检验，其结果 t 值如表 1 所示。

表 1 学生对游戏挑战水平体验的差异检验结果

	认知挑战	躯体挑战	注意力
学生的性别	-2.174*	-2.876**	-0.330
有无玩过模拟游戏	-1.958*	-3.278***	-0.367

注:* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。下同

从表 1 的统计结果可以看出，学生的注意力在性别和模拟游戏经验上都不存在统计上的显著差异。学生的认知挑战（男生 $M=2.511$ ，女生 $M=2.804$ ；玩过模拟游戏 $M=2.563$ ，没有玩过模拟游戏 $M=2.808$ ）、躯体挑战（男生 $M=1.980$ ，女生 $M=2.364$ ；玩过模拟游戏 $M=1.990$ ，没有玩过模拟游戏 $M=2.391$ ）维度在性别、模拟游戏经验上存在统计上的显著差异。

2. 学生玩游戏的经历与游戏挑战水平的相关分析

本研究学生玩游戏的历史经验和每周玩游戏时间长度与认知挑战、躯体挑战和注意力进行了相关分析，其结果 r 值如表 2 所示。

表 2 学生对游戏挑战水平体验的相关性检验结果

	认知挑战	躯体挑战	注意力
玩游戏的经历	-0.125	-0.170*	-0.150*
玩游戏的时间长度	-0.108	-0.227**	-0.193**

从表 2 的统计结果可以看出，学生的玩游戏的经历、玩游戏的时间长度与认知挑战的相关性不显著，这可能是本实验中游戏的认知难度较低，认知挑战的鉴别度低。学生的玩游戏的经历、玩游戏的时间长度与躯体挑战、注意力呈现显著负相关，即学生具有长的玩游戏的经历或者目前每天玩游戏的时间长，他们对游戏的操作活动熟练，对本实验中游戏的躯体挑战感觉低，注意力也低。

3. 学生感知的游戏挑战水平与学习注意力的回归分析

为检验学生感知的游戏挑战水平与学习注意力之间的函数关系，本研究参照 Cohen 等人^[31]同类研究的方

法进行了处理。首先将自变量认知挑战、躯体挑战进行去中心化处理，获得两个自变量的一次项，即将两个自变量减去其平均数后生成新的自变量值；顺次计算二次项，即将认知挑战、躯体挑战去中心化的值进行平方运算。其次，将两类挑战的一次项和二次项纳入回归方程。其统计结果如表 3 所示。

表 3 认知挑战和躯体挑战对学习注意力的回归分析摘要表

	第一步		第二步	
	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>B</i>	<i>SE</i>
认知挑战（一次项）	-0.175		-0.039	
躯体挑战（一次项）	0.127		0.059	
认知挑战（二次项）			-0.256**	
躯体挑战（二次项）			0.151*	
ΔF	2.012		5.628**	
ΔR^2	0.023		0.062	

统计结果表明，认知挑战、躯体挑战的一次项预测作用都不显著；认知挑战、躯体挑战的二次项显著负向和正向预测学习注意力，表明认知挑战与注意力、躯体挑战与注意力之间都存在函数关系。

在 SPSS 的回归分析中，利用曲线估计来检验自变量认知挑战对因变量注意力的最优拟合，结果显示采用“二次曲线模型”时 R^2 最大，其概率达到了非常显著的水平，适宜采用二次曲线模型解释。学习者感知到的挑战水平与学习注意力的拟合曲线如图 2 所示。

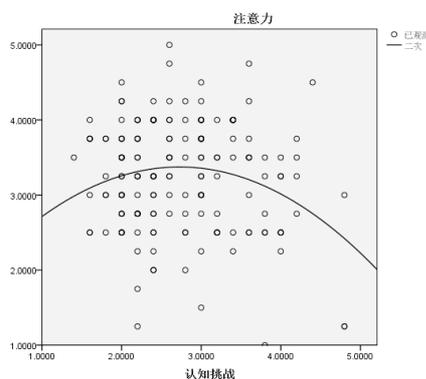


图2 学生感到的游戏认知挑战与注意力的曲线关系

图2的结果表明，学生感觉到的认知挑战水平与学习注意力二者之间为倒U型曲线关系，即中度水平的认知挑战更能吸引学生的注意力，而偏低水平和偏高水平的认知挑战都可能分散了学生的注意力。

在 SPSS 的回归分析中，利用曲线估计来检验自变量躯体挑战对因变量注意力的最优拟合，结果显示采用“二次曲线模型”时 R^2 最大，其概率达到了显著的水平，适宜采用二次曲线模型解释。学习者感知到的挑战水平与学习注意力的拟合曲线如图 3 所示。

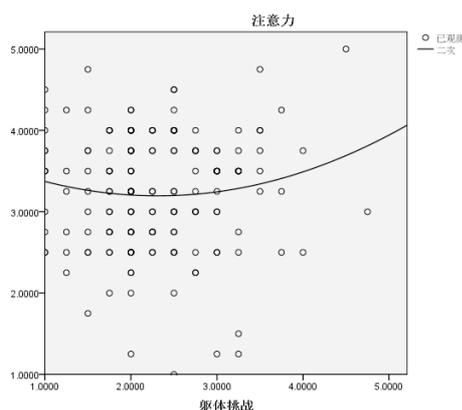


图3 学生感到的游戏躯体挑战与注意力的曲线关系

图3的结果表明，学生感觉到的躯体挑战水平与学习注意力二者之间为正U型曲线关系，即中度水平的躯体挑战分散了学生的注意力，而偏低水平和偏高水平的躯体挑战却提高了学生的注意力。

六、研究结果与实践意义

运用回归分析对挑战与注意力之间关系开展的研究活动，不仅有助于我们更好的理解游戏化学习活动的实质，也为我们设计数字化教育游戏的学习策略提供理论支持。

1. 研究结果

(1) 学生的游戏经验降低挑战体验的水平

本研究的统计结果显示，学生具有的一般游戏经历仅对躯体挑战产生了深刻影响，降低了躯体挑战的感觉，而对认知挑战产生的影响不显著；学生具有的模拟类游戏经验对同是模拟类游戏《模拟挖掘机》的挑战感觉具有深刻的影响，它既降低了认知挑战的感觉，尤其是大幅降低了躯体挑战的感觉。

以往对游戏化学习活动的研究文献认为，教育游戏既能帮助他们学习知识、发展智力，也能帮助他们掌握技能，这主要是因为先前的游戏化学习活动能有效地支持学生建立有关的心理模型，也提高学生的自我效能。学生无论是玩模拟游戏还是其他类型的游戏，他们对游戏角色的操作活动基本是一样的，本研究中对游戏角色操作只是采用键盘和鼠标，这些操作活动在以往任何游戏活动学习中都能得到锻炼，学生可以根据先前建立的技能完成《模拟挖掘机》中精细的游戏操作技能；不同类型游戏的认知方式存在较大的差异，而相同类型游戏的认知方式有许多共同之处，学生可以根据以往游戏化学习活动构建的心理模型用来有效地解读类似的游戏世界。

(2) 认知挑战是目标驱动为主产生的注意

本研究发现模拟游戏的认知挑战和学生对游戏活动的注意力似乎呈现出倒U型关系，这一发现提供了实证证据支持Prensky对游戏挑战特征的预设，以及Massimini和Carli^[32]对挑战的流体验特征描述。这项实证研究的结果表明，模拟游戏的认知挑战保持在适当高的最优水平时对学生的吸引力是最大化的，这意味着游戏的任何设计特点调整学生的认知挑战可以提高他们的注意力。

本研究认为认知挑战是心智活动产生的，由它引起的注意应该是一种内源控制性的目标导向注意，主要

是学生自我独立思考、解决学习问题产生的有意识活动的结果。游戏的认知挑战与注意力之所呈现倒U型结构，这可能是因为偏低的认知挑战不会引起学生学习需求的内在动机，学生的注意力水平就会比较低；偏高的认知挑战说明游戏提供的信息会超越学生的认知加工水平或速度，这可能带来认知的弥散效应，使得学生的注意点离散，给找到解读问题的应变方法带来困难；中度水平的认知挑战将会激发学生认知速度的提高，激活学生的认知加工能力，让学生获得更优秀的游戏体验。

（3）躯体挑战是刺激驱动为主引起的注意

本研究发现模拟游戏的躯体挑战和学生游戏活动的注意呈现出正U型关系，这一实证证据与Prensky游戏挑战特征的预设，以及本研究提出的设想正好相反。这项实证研究的结果表明，模拟游戏对学生形成的躯体挑战与认知挑战规律是不同的，这意味着游戏的任何设计思考如何调整躯体挑战与认知挑战之间的关系以适应学习的要求。

本研究认为躯体挑战之所以与认知挑战引起注意规律有差异是因为它们产生的机制是不一样的，躯体挑战主要是通过外源控制性的刺激驱动学生产生注意的。学生在感知躯体挑战适当的情况下，对键盘的操作通常是无意识的或者没有经过思虑的，它多是学生熟练的潜意识活动，学生有更多的临场感体验，这种情况下动作活动在很大程度上是高度自动化程序的产物，它可能会使得学生的注意力产生离散；在躯体挑战增大的情况下，从而使注意力资源的分布转向威胁相关刺激的增加，导致有更多的兴奋和冲动，对关注对象可能产生隧道效应，使得学生的注意点更加集中，只有注意分配给认知任务的增加才能完成相关的精细操作活动。

（4）游戏挑战引起的注意是多层面的复杂心理过程

游戏化学习过程中的注意是学生为了更有效地认知，把自我意识指向从游戏的外部刺激撤回，其心理活动集中于游戏的认知活动，整个注意过程是一个连续的复杂心理加工过程。

学生的游戏化学习活动不仅要求他们观看屏幕上挖掘机及其各部件的快速移动，积极思考它们的运动规律，判断哪些运动方式才能让挖土机把土放到合适的地方。学生在此过程中需要组织和设置认知对象的优先次序、转移认知的焦点、调控大脑处理信息的速度、调节自我对观察对象的注意力，接着会做出精细的操作动作，这些动作可能同时发生也可能按照顺序连续、快速地发生，要求学生按键的反应很快，熟练地通过控制键盘按键和鼠标来支配角色的活动。

从上述的分析可以看出，只有学生有意识的控制连续认知加工和无意识的熟练操作游戏角色，才能实现对认知对象的注意。学生在游戏化学习过程中需对认知对象做出明确选择和计划时，有意识的控制表现出来，无意识的操作在这之间不断触发和执行，以便有意识的认知活动可以漂浮在无意识的操作细节之上进行计划和分析。

2. 实践意义

（1）适合学生接受水平的挑战是教育游戏设计的关键

以往的研究文献都曾声明，具有挑战性的游戏能带来更好的学习效果，挑战性之所以有助于学习是因为

学生能知觉到成就感，这可能让学生积极参与游戏化学习活动。其实积极参与的前提是学生集中注意游戏本身，因此，挑战是一个重要的影响学习效果的因素。

本研究的结果与前面提到Engeser等人对游戏挑战的特征认识有差异，Engeser等人只是简单认为个人技术和技能超过任务挑战会导致积极的注意力，促进学生知识的整合、吸收等。但是本研究的结果却发现，如果认知挑战太小无法满足学生的认知需求，这时学生的能力大大高于游戏的难度设置，给学生以无聊的体验；认知挑战太大则超出学生的认知能力，使学生感到焦虑也无法集中于学习活动。如果躯体挑战较低和较高都能引起注意力的集中，反而在中等水平的躯体挑战使得注意力发生离散。因此，只有合适的挑战水平才能导致学生积极的情感和注意力，使学生主动参与知识的整合，吸收知识并得到学习成效。

(2) 游戏挑战可以作为评价游戏化学习效果的评价指标

计算机游戏之所以在教育中活动应用初始设计目标是因为它具有趣味性，这是维持学习活动的重要动力，游戏挑战是产生趣味性的一个主要因素，并且 Jensen 指出“挑战所激发出的注意力的目标简单地说是就在于持续维持学生的生存及扩展学生享乐的感受，以实现学习成效的目的”^[33]。然而，游戏挑战性与学生学习效果之间的关系度量没有得到合适的测量。

本研究提出的挑战结构弥补了以往研究对挑战性的简单认识，并用实证研究结果提供了挑战与学习效果之间的联系，研究结果显示适当水平的挑战可以通过触发注意力，提供认知的平衡创建，明确了认知挑战与躯体挑战对学生知觉任务的操作产生的影响差异，这为教育游戏的挑战设计提供了理论参照。

七、结语

本研究认为游戏的挑战属性所引起的注意力不仅用来维持游戏化活动中欢愉体验的源泉，也是吸引学生的兴趣和刺激学生好奇心的重要影响因素，研究结果显示适当水平的挑战可以触发注意力，以实现影响诸如察觉、再认或鉴别之类的知觉任务的操作，从而活动有效的学习结果。

本研究发现认知挑战和躯体挑战对注意力呈现 U 型图形结构，从这两个 U 型结构图来看游戏对学生产生的认知挑战总体水平是较高的，学生感到的认知挑战水平有明显的差别，而游戏对学生产生的躯体挑战总体水平是较低的，学生感到的躯体挑战水平没有明显的差别。

本研究提出的认知挑战和躯体挑战对注意力呈现 U 型结构只是一个初步实证结果，尤其是躯体挑战的过低挑战可能引起注意力的提升，但这只是一种刺激驱动为主的注意力提升，能否直接推升认知能力发展或流体体验的增强等都没有验证，这需要开展更多的实证研究以明晰研究中存在的问题。

[参考文献]

[1][7][16][23]Prensky, M.. Digital Game-based Learning[J]. Computers in Entertainment, 2003(1):1-4.

[2]Ritterfeld, U.,Weber, R.. Video Games for Entertainment and Education[A]. Vorderer, P., Ryant, J.. Playing Video Games: Motives, Responses, Consequences[M]. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publisher, 2006:399-413.

[3]Rogers, S..通关—游戏设计之道[M].高济润,孙懿,译.北京:人民邮电出版社,2013:3.

- [4]关萍萍.互动媒介论电子游戏多重互动与叙事模式[M].杭州:浙江大学出版社,2012:21.
- [5][14]Malone, T. W.. What Makes Things Fun to Learn? A Study of Intrinsically Motivating Computer Games[M]. Proceeding of the 3rd ACM SIGSMALL Symposium and the First SIGPC Symposium on Small Systems[C]. Palo Alto : Xerox, Palo Alto Research Center, 1980:162-169.
- [6] Garris, R., Ahlers, R., Driskell, J. E.. Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model[J].Simulation & Gaming, 2002(4):441-467.
- [8]Crawford, C..On Game Design[M].Indianapolis: New Riders Publishing.2003.
- [9]Deci, E. L.. Intrinsic Motivation[M]. New York: Plenum:1975.
- [10]Harter, S., Whitesell, N. R., Kowalski, P.. Individual Differences in the Effects of Educational Transitions on Young Adolescent's Perceptions of Competence and Motivational Orientation[J]. American Educational Research Journal, 1992(4):77-907.
- [11] AMR, K.. Learning Through Games: Essential Features of an Educational Game[D]. New York: Syracuse University, 2012.
- [12] [13]Sherry, J. L., Lucas, K., Greenberg, B. S., Lachlan, K.. Video Game Uses and Gratifications as Predictors of Use and Game Preferences [A]. Vorderer, P., Ryant, J.. Playing Video Games: Motives, Responses, Consequences[M]. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publisher.2006: 213-224.
- [15]Kim, C.-O. Designing for Learning: Multiplayer Digital Game Learning Environments[D]. Berkeley: University Of California Berkeley, 2010:89.
- [17]Vorderer, P., Hartmann, T., Klimmt, C.. Explaining the Enjoyment of Playing Video Games: The Role of Competition[A]. Marinelli, D..Proceedings of the Second International Conference on Entertainment Computing[C]. Pittsburgh: Carnegie Mellon University,, 2003:1-9.
- [18]Hsu, S. H., Wen, M. H., Wu, M. C.. Exploring User Experiences as Predictors of MMORPG Addiction[J]. Computers & Education, 2009(3): 990-999.
- [19][27]Engeser, S., Rheinberg, F.. Flow, Performance and Moderators of Challenge-skill Balance[J]. Motivation and Emotion, 2008(3): 158-172.
- [20]李通,陆宏,王广新.教育游戏难度设置的波浪式缓坡曲线理论模型建构[J].电化教育研究,2015(2):77-82.
- [21]Orvis, K. A, Horn, D. B., Belanich, J.. The Roles of Task Difficulty and Prior Videogame Experience on Performance and Motivation in Instructional Video Games [J]. Computers in Human Behavior, 2008,(9):2415-2433.
- [22]魏华,周宗奎,田媛,鲍娜.网络游戏成瘾:沉浸的影响及其作用机制[J].心理发展与教育,2012(6):651-657.
- [24]Keller, J. M.. Motivational design of instruction[A]. Reigeluth, C. M.. Instructional design theories and models: An overview of their current status[M]. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1983:383-433.
- [25]Gee. J. P.. What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy[M]. New York: Palgrave Macmillan. 2007.
- [26][29]Fu, F.-L., Su, R.-C., Yu, S.-C.. EGameFlow: A Scale to Measure Learners' Enjoyment of E-learning Games[J]. Computers &

Education, 2009 (1), 101-112.

- [28]Hwang, M.Y., Hong, J.C., Cheng, H.Y., et al.. Gender Differences in Cognitive Load and Competition Anxiety Affect 6th Grade Students' Attitude Toward Playing and Intention to Play at a Sequential or Synchronous Game[J]. Computers & Education, 2013:254–263.
- [30]Keller, J. M.. The systematic process of motivational design[J]. Performance and Instruction, 1987(9-10): 1-8.
- [31]Cohere, J., Cohere, P., West, S.G, Aiken, L. S. Applied Multiple Regression/Correlation Analysis the Behavioral Science (3rd ed.) [M].Vlahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 2003.
- [32]Massimini, F., Carli, M.. The Systematic Assessment of Flow in Daily Experience[M].Cambridge: Cambridge University Press, 1988:266-287.
- [33] Jensen,E.著;梁云霞译.大脑知识与教学[M].台北:远流出版公司,2002.

作者简介:

王广新: 教授, 硕士, 研究方向为网络远程学习和计算机教育应用 (1002209486@qq.com)

刘兴波: 副教授, 博士生, 研究方向为计算机教育应用 (liuxingbobo@126.com)

李 通: 博士生, 研究方向为计算机教育应用 (st07litong@126.com)

陆 宏: 教授, 博士, 研究方向为教育技术理论和教育测量 (sdnulh@163.com)

通信地址: 山东省济南市文化东路 88 号山东师范大学传媒学院 邮编: 250014

联系人: 王广新 电话: 13505311764 电子邮箱: jnwangguangxin@163.com