

# 时间限制对沉浸体验的影响机制

## ——基于教育游戏情境的实证研究

胡立如<sup>1</sup> 丁静静<sup>1</sup> 马颖峰<sup>2</sup> 张宝辉<sup>1</sup>

(1. 陕西师范大学 教育学院, 陕西西安 710062; 2. 陕西师范大学 知识媒体研究所, 陕西西安 710119)

**[摘要]** 沉浸体验作为一种心理状态,是提高学习表现和促进深度学习的重要途径。为了探究时间限制对沉浸体验的影响机制,本研究以益智游戏 2048 为实验情境,设置四个不同时间限制水平的游戏任务(无限制、低限制、中等限制和高限制),应用混合研究方法收集数据。结果发现:时间限制是沉浸体验的显著预测量,它可以显著调节挑战-技能平衡,降低控制感,并强化时间扭曲感;时间限制和沉浸体验之间总体呈负相关,拒绝原“倒U型”假设。但是,质性分析数据显示,时间限制对沉浸体验和深度学习有正向影响。因此,在设计学习任务时,设计者有必要从激发沉浸体验的角度考虑时间限制变量。当在学习者最近发展区激发沉浸体验时,时间限制将能够实现沉浸体验与深度学习的融合,创建既高效又愉悦的深度学习体验。

**[关键词]** 时间限制;沉浸体验;教育游戏;深度学习;学习设计

**[中图分类号]** G442

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1007-2179(2016)02-0113-08

### 一、引言

深度学习是学习科学的重要概念,它要求学习者高度的情感、行为和认知参与,而沉浸往往伴随着心理的高度投入、关注度的有效增益和内部动机的激活,能够有效促进深度学习的发生,生成最佳的学习体验。研究者已将沉浸理论应用到各类学习环境的设计中以期改善学习过程,提高学习表现,沉浸也因此成为游戏化学习的重要策略之一(马颖峰等,2010;叶新东等,2011;Hamilton & Jago,2010;Admiraal et al.,2012)。目前有关沉浸体验影响因素的研究很多,但是关注时间限制对沉浸体验影响机制的研究几乎空白。事实上,时间限制是一种常见的游戏设计要素,尤其在益智类游戏、休闲游戏或行动游戏中(Zagal & Mateas,2010;Romero & Usart,

2013)。正式的学习环境也常应用时间限制,典型的例子是用限时标准化测试评估学生学习成果。

很多经验和事实已表明时间限制会影响人的情绪、认知和行为(Weenig & Maarleveld,2002;Qin et al.,2015),会引发时间压力,而时间压力对绩效、决策等的影响主要有三种模型:负相关线性模型(即时间压力是有害的)、正相关线性模型(即时间压力可以激发动机)以及倒U型模型(即适当的时间压力是最好的)(王大伟,2007;Lori et al.,2003)。

沉浸体验(Flow)最早由米哈里·奇克森特米海伊(Csikszentimihalyi,1975)提出,它是一种个体由于对某一活动或事物产生浓厚兴趣而完全投入其中的最佳心理状态。其概念来源可以追溯至人本主义学家马斯洛的“高峰体验”(Zhang & Finneran,2005)。该理论认为,个体产生沉浸体验会达到内

**[收稿日期]**2016-01-07

**[修回日期]**2016-02-29

**[DOI 编码]**10.13966/j.cnki.kfjyyj.2016.02.014

**[作者简介]**胡立如,硕士研究生,陕西师范大学教育学院教育技术系,研究方向:学习科学与技术,远程教育(huliru\_nju@163.com);丁静静,硕士研究生,陕西师范大学教育学院教育技术系,研究方向:信息技术教育应用(1021795589@qq.com);马颖峰,副教授,硕士生导师,陕西师范大学知识媒体研究所所长,研究方向:教育游戏,教育动画(mayingfeng121@163.com);张宝辉,教授,博士生导师,陕西师范大学教育学院,研究方向:学习科学,教育技术与科学教育(Baohui.zhang@snnu.edu.cn)。

**[致谢]**特别感谢澳大利亚悉尼大学迈克·雅各布森教授对实验设计和数据分析提供的宝贵建议,感谢陕西师范大学教育学院马红亮、杨冬、余佳霖等老师对实验实施给予的指导和帮助,感谢编辑老师提供的建设性意见,感谢所有实验参与者的配合。

在动机的最高层次并获得一系列积极的体验,包括挑战与技能的平衡、行为与意识的融合、清晰的目标、明确的反馈、对任务的专注、控制感、自我意识的丧失、时间的扭曲以及自带目的的体验等(Nakamura & Csikszentmihalyi, 2014)。很多研究发现,沉浸体验对学习存在积极影响(李建生等 2013; Wang & Hsu 2014) 而探讨时间限制对沉浸体验影响的研究目前较少。依戴米(Yildirim, 2015)发现,有时间限制的参与者比没有时间限制的参与者在3D生存射击类游戏中会体验到更多的沉浸感,因此她建议设计更多的时间限制水平来探究是否存在最佳的时间限制。林忠和郑世林(2014)通过问卷调查发现,日常工作情境中的时间压力对沉浸体验存在积极影响,并指出促进性焦虑是两者关系的中间变量。

基于实际经验以及对现有研究的分析,本研究从实证的角度探讨时间限制对沉浸体验的影响机制,并假设:时间限制和沉浸体验之间存在倒U型关系,即时间限制对沉浸体验有双向影响,适度的时间限制能够提高沉浸体验的水平。

## 二、研究方法

### (一) 样本选取

研究参与者来自陕西师范大学的90名学生(75%是女生,90%年龄在18~25岁之间)。他们被随机分成两组,30名参与者参加预实验,评估完成任务所需要的平均时间,60名参与者参加正式实验,并被随机分配到4个任务序列中(A,B,C,D),所有任务序列都包含4个时间限制水平(无限制、低限制、中等限制和高限制)。一维方差分析表明,在正式实验中,参与者的沉浸体验在不同的个体背景特征(性别、年龄、计算机技能、游戏技能和2048游戏经验)下不存在显著差异( $F < 2$ ,  $sig. > 0.05$ )。

### (二) 实验任务

本研究选取益智类教育游戏“2048”<sup>①</sup>为实验任务,因为这款游戏规则简单易学,且是开源的,便于根据实验设计进行游戏控制。该游戏界面共有16个方格,通过上下左右四个方向键可以控制所有数字块,相同数字的方块相碰时会相加合并,但是每一次方向移动,都会随机出现一个2或者4,如果16个方格被填满且相邻的数字块都不相同,游戏就会结束,游戏的最终目标是玩家要凑出2048个数字

块。探索性实验发现,拼出256数字块的难度和所需时间对于实验控制和沉浸激发较为合适,故最终以拼出256数字块为任务目标。

### (三) 时间限制

已有研究多数设置两个时间水平(没有时间限制和较强的时间限制)(Weenig & Maarleveld 2002; Yildirim 2015),还有一些研究通过增加中等时间限制而设置了三个时间水平(Romero & Usart 2013)。本研究采用基于经验的方法(Weenig & Maarleveld, 2002; Svenson & Benson, 1993b),提出了4个水平的限制。参加预实验的30个参与者被要求成功拼出数字256三次,并记录每次所用的时间和所获得的分数,最终有29名参与者(包含12个以前没有玩过2048游戏的新手,17个玩过2048游戏的老手)提交了有效数据。新手平均用时262.0秒,标准方差116.3秒。而老手平均用时134.5秒,标准方差72.8秒。因为标准方差和均值的一半比较接近,所以最终限定高水平时间限制为均值减去一个标准方差,低水平时间限制为均值加上一个标准方差,而均值则被设定为中等水平限制(见表一)。在有时间限制的任务中,屏幕左上方有红色的倒计时提醒完成任务所剩的时间,而在无时间限制的任务中,屏幕左上方有个灰色的计时时钟,提示实际所用的时间。因为客观的时间缩短必须依靠主观知觉才能产生时间压力(Roxburgh 2002),因此参与者还被要求在10点量表上选择他们在不同任务中感知到的时间压力程度。

表一 预实验时间限制水平设置

时间限制水平	无限制	低水平限制	中等水平限制	高水平限制	
计算公式	/	M + SD	M	M - SD	
新手	时长(min代表分,s代表秒)	/	6min 18s	4min 24s	2min 26s
	预实验成功比例(%)	100	96	61	17
老手	时长	/	3min 27s	2min 15s	1min 2s
	预实验成功比例(%)	100	85	59	13

### (四) 基于拉丁方的实验设计

拉丁方设计较“完全随机设计”和“随机区组设计”实验误差最小(Bolboacă et al., 2009)。根据拉丁方的设计技巧,参与者被随机分配到4个不同的任务序列组(A,B,C,D)完成4个不同时间限制任

务( $z$ 代表无限制, $l$ 代表低限制, $m$ 代表中等限制, $h$ 代表高限制)(见表二),每个时间限制水平在每行和每列只出现一次,这样的实验设计能降低个体差异误差,平衡任务之间的交互影响,同时缩小参与者规模。

表二 基于拉丁方的实验设计

序列	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4
A	$z$	$l$	$m$	$h$
B	$l$	$h$	$z$	$m$
C	$m$	$z$	$h$	$l$
D	$h$	$m$	$l$	$z$

### (五) 实验程序

整个实验程序包括两个阶段(见图 1)。预实验旨在测定时间限制水平。在正式实验阶段,采用 2(游戏经验:新手和老手) $\times$ 4(任务序列:A,B,C,D) $\times$ 4(时间限制:无,低,中,高)的组间组内因素设计。新手在实验前先学习游戏规则,然后所有参与者进行练习任务(拼出 128 数字块)熟悉电脑操作以及游戏规则。在正式实验阶段的每个实验任务中,参与者均只有一次机会,并需要在每次任务后评估所感知的压力,填写沉浸量表(S-FSS)。正式实验结束后,随机邀请参与者面对面访谈。

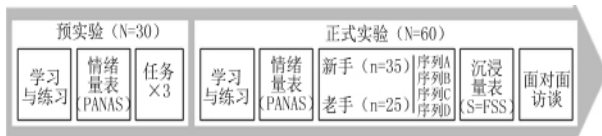


图 1 实验程序

### (六) 数据收集与分析

中文版 PANAS 量表在中国人群中具有很好的内部一致性系数和结构效度(邱林等 2008)。本研究中 PANAS 的内部一致性系数是 0.85,参与者在积极情绪( $M=2.81$ ,  $SD=0.76$ )和消极情绪( $M=1.56$ ,  $SD=0.59$ )两个维度均不存在异常结果。

杰克逊和马什(Jackson & Marsh, 1996)所开发的简化沉浸状态量表包括九个问题,分别对应沉浸的九个维度,该量表在不同情境中表现了良好的品质。本研究采用刘微娜(2010)修订的中文版简化沉浸状态量表。此外,参与者还要在 10 点量表上评估任务的难度和自己的技能水平,回答一个开放性问题(您在游戏任务中有什么感受?可以从专注度、时间感受等方面谈),以进一步三角验证沉浸体

验量表所获得的数据。

此外,实验还收集了参与者的任务表现数据,包括任务完成状态、使用时间和得分。完成状态包括三种游戏结束情况:“成功”,指按要求完成指定任务;“游戏结束”,指由于空格被填满且相邻的数字块均不相同而导致游戏失败;“时间到”,指由于限制时间到而造成游戏失败。由于应用成分测量法测量沉浸体验有一定缺陷(Moneta 2012),部分参与者在实验后还被随机邀请参与面对面访谈。借鉴沉浸测量的半结构式访谈法(Nakamura & Csikszentmihalyi 2014),参与者被询问在游戏过程中是否产生沉浸体验(向参与者间接描述沉浸体验的特征),以及什么情况下会有这种体验,并引导参与者思考时间限制对这种体验的影响。25 名参与者(其中 17 名女生,12 名新手)接受了面对面访谈。

## 三、研究结果

### (一) 量化分析

剔除无效数据后,正式实验阶段的统计分析共包括 53 名参与者(其中 70% 为女生;57% 为新手),配对样本 T 检验表明,任意两个时间限制组所感知的压力之间都有显著差异( $p < 0.008$ ),高限制下的压力( $M=6.54$ ,  $SD=2.22$ )最强,其次是中等水平( $M=5.58$ ,  $SD=2.21$ ),低水平( $M=4.64$ ,  $SD=1.94$ )和无限制水平( $M=3.85$ ,  $SD=2.20$ )。在任务表现方面,时间限制越强,参与者任务表现越差,从无限限制到高水平限制,成功完成任务的参与者数量逐渐降低,分别为:42, 30, 23 和 4。

#### 1. 时间限制和沉浸体验

时间限制和沉浸体验之间总体呈负相关。以任务序列为组间变量,时间限制水平为组内变量的组间组内方差分析表明,任务序列有显著的主效应( $F(3, 149) = 3.29$ ,  $p < 0.05$ , 偏  $\eta^2 = 0.17$ ),时间限制也有显著的主效应( $F(3, 147) = 10.07$ ,  $p < 0.001$ , 偏  $\eta^2 = 0.17$ ),两者没有显著的交互效应。配对样本 T 检验表明,没有时间限制的沉浸体验要好于中等限制( $t(52) = -3.86$ ,  $p < 0.001$ )和高限制( $t(52) = -4.79$ ,  $p < 0.001$ ),低限制水平的沉浸体验要好于高限制( $t(52) = -3.32$ ,  $p < 0.008$ )。

单独分析新手和老手的沉浸体验可以发现轻微的倒 U 型关系(见图 2)。对于老手,低水平时间限

制下的沉浸体验 ( $M = 5.29, SD = 0.88$ ) 最高,但是配对样本 T 检验表明,它显著高于高水平时间限制下的沉浸体验 ( $M = 4.58, SD = 0.72, t(22) = -3.75, p < 0.008, d = 0.78$ )。对于新手,中等水平时间限制下的沉浸体验 ( $M = 4.77, SD = 0.65$ ) 相比低水平时间限制下的沉浸体验 ( $M = 4.73, SD = 0.70$ ) 有少许增长,但是配对样本 T 检验没有表明两者之间有显著差异 ( $t(29) = -0.41, p > 0.008$ )。

表三 沉浸体验的均值和标准差

任务序列	A	B	C	D
无时间限制	5.22 (±0.87)	4.98 (±0.77)	5.19 (±0.44)	5.41 (±0.87)
低水平时间限制	4.88 (±0.96)	4.78 (±0.86)	4.96 (±0.90)	5.29 (±0.48)
中等水平时间限制	4.79 (±0.63)	4.57 (±0.63)	4.65 (±0.70)	5.31 (±0.57)
高水平时间限制	4.45 (±0.60)	4.46 (±0.61)	4.45 (±0.41)	5.08 (±0.63)

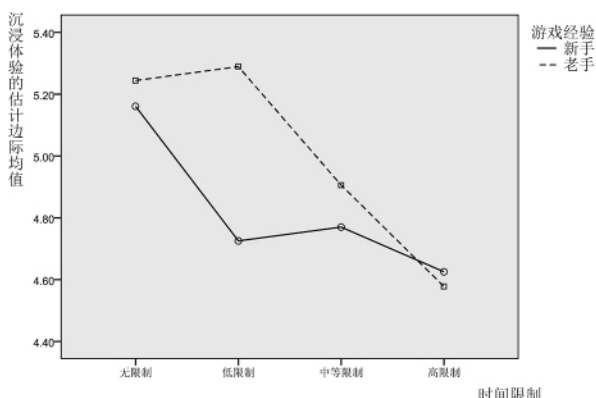


图2 游戏经验和时间限制组间组内方差分析轮廓

为了深入分析时间限制影响沉浸体验的机制,本研究对时间限制和沉浸体验的各个维度进行了单维的方差分析,结果表明挑战-技能平衡 ( $F(3, 207) = 51.20, p < 0.001$ , 偏  $\eta^2 = 0.12$ )、控制感 ( $F(3, 207) = 4.03, p < 0.01$ , 偏  $\eta^2 = 0.06$ )、时间扭曲 ( $F(3, 207) = 3.40, p < 0.05$ , 偏  $\eta^2 = 0.05$ ) 在不同时间限制水平上存在显著差异,根据 Tukey 的事后检验结果,参与者感到自己最难满足高时间限制水平的要求 ( $M = 3.98, SD = 1.37$ ),高限制下的控制感 ( $M = 3.88, SD = 1.53$ ) 要显著弱于无限制 ( $M = 4.83, SD = 1.25$ ),高限制的时间扭曲 ( $M = 5.38, SD = 1.56$ ) 显著强于无限制 ( $M = 4.40, SD = 1.63$ )。因此,时间限制主要影响挑战-技能平衡、控制感以及时间扭曲感,紧张的时间限制会破坏挑战-技能平衡,降低控制感,同时强化时间扭曲感。

基于以上分析,时间限制与沉浸体验总体呈负相关,与假设矛盾。回归分析进一步表明,时间限制是沉浸体验的显著预测量 ( $\beta = -0.29, t(210) = -4.32, p < 0.001$ ),能够解释沉浸体验 8% 的变异 ( $R^2 = 0.08$ ),回归公式是:沉浸体验 =  $5.38 - 0.19 \times$  时间限制。

## 2. 时间限制和任务表现

时间限制和任务表现之间也存在负相关,时间限制越强,成功率越低,因为时间限制而导致的失败越多。

配对样本 T 检验表明在  $\alpha = 0.008$  的水平下,无时间限制的任务完成情况 ( $M = 0.81, SD = 0.40$ ) 要显著好于低限制 ( $M = 0.58, SD = 0.50$ )、中等限制 ( $M = 0.44, SD = 0.50$ ) 以及高限制 ( $M = 0.08, SD = 0.27$ )。除了低限制和中等限制之间不存在显著差异外,其他任意两组间的任务表现均存在显著差异 (所有  $p < 0.005$ )。无时间限制的任务失败都由于“游戏结束”,对于有时间限制的任务,由于时间限制而造成失败的比例随时间限制水平的提高而提高 (低限制:36.4%,中等限制:65.5%,高限制:85.4%)。老手很少由于“游戏结束”而失败 (13.3%) 相反,新手在两种失败类型中的比例相当。对于失败任务,研究者可以通过比较游戏得分分析任务表现情况,以游戏经验和时间限制为因变量的  $2 \times 2$  组间方差分析表明,游戏经验对得分没有显著的主效应,但是时间限制存在显著主效应 ( $F(3, 101) = 3.31, p < 0.05$ , 偏  $\eta^2 = 0.09$ ),老手的得分随着时间限制的增强而降低,而新手在低限制水平上得分最高。对于成功的任务,所用时间随着时间限制的增强而减少,从无限制到高限制,新手所用平均时间分别为:275.7s ( $SD = 26.8s$ ), 226.5s ( $SD = 32.8s$ ), 181.5s ( $SD = 34.0s$ ), 127.8s ( $SD = 61.3s$ );老手分别为:195.6s ( $SD = 26.8s$ ), 126.3s ( $SD = 30.7s$ ), 106.3s ( $SD = 38.8s$ ),老手都没有完成高限制水平的任务。

## (二) 质性分析

### 1. 开放问题

针对开放问题我们收集了 174 个有效答案。基于扎根理论的三级编码技术,通过第一与第二作者的独立编码分析,本研究共提取 323 个一级编码,25 个二级编码,以及 6 个一级编码,其中参与者提及度最高的 3 个三级编码是时间知觉 (31%)、专注度

(27%) 以及情绪状态(23%) (见表四)。在较强时间限制下,大多数参与者表达了强时间知觉,低关注度,并体验到了消极情绪;在无时间限制下,参与者感到非常放松,有足够的时间思考游戏技巧,并专注于游戏,这进一步验证了统计分析的结果。但是,有些参与者在中等或低时间限制下产生了最佳体验,部分地支持了研究假设。

表四 开放问题提及的主要主题

限制水平	时间知觉			专注度			情绪状态	
	强 (%)	弱 (%)	无 (%)	高 (%)	低 (%)	无 (%)	积极 (%)	消极 (%)
无限制	24	24	47	91	4	5	69	23
低限制	36	24	36	69	9	9	28	56
中等限制	52	29	15	60	20	10	22	61
高限制	88	4	0	62	5	28	25	67
平均	51	20	24	71	9	13	33	55

对于时间知觉,由表四可看出,强时间知觉的比例随着时间限制的增强而提高。“强时间知觉”主要指强时间扭曲感一般会使参与者感到压力、焦虑或慌张;如果所给时间在参与者可接受的范围内,他们就不会过度担心时间,体验到“弱时间知觉”;“无时间知觉”主要指所给时间充足或者参与者专注于任务而没有意识到时间。对于专注度,参与者的整体水平偏高,且在没有时间限制的任务中,参与者的专注度最高。在低和中等时间限制的任务中,参与者因为要不时关注剩余的时间而使专注度受到干扰。在高时间限制任务中,不专注的比例最高,高时间压力让部分参与者很难专注游戏本身,且会盲目地加快操作速度。而对于情绪状态,随着时间限制的增强,消极情绪的比例也在提高,而消极情绪主要包括压力、焦虑和慌张等,倒计时、时间提醒框、越来越少的移动空间都提升了参与者的焦虑水平。参与者所提到的积极情绪体验主要包括成功欲、放松和乐趣,无时间限制的任务中,积极情绪比例最高,但主要集中在“放松”(70%)。此外,一些参与者反映在低或中等时间限制下,他们处于既不太放松又不太紧张的状态,能够获得最佳的心理体验和最好的任务表现,这与研究假设相符。

## 2. 面对面访谈

本研究共有 25 名参与者接受了面对面访谈,形成约 15000 字访谈转录稿。同样基于扎根理论

的三级编码分析技术,围绕沉浸体验诱发原因共提取 145 个一级编码,13 个二级编码,3 个三级编码。以此为基础,本研究分析归纳了沉浸体验形成的两个主要诱因:时间限制和任务本身,并分析了沉浸体验形成的机制。

所有的被访者均报告在实验中产生了沉浸体验,主要诱因是时间限制。7 名被访者在低或中等时间限制下有最好的沉浸感,这种适度的时间限制让他们集中注意力于任务本身同时又不会被时间限制干扰。6 名被访者感到限制的时间越短,专注度越高。在高度紧张的情况下,一些被访者会放弃任务目标,选择忽略时间而努力做到最好,从而产生沉浸体验。一些较强成就动机的被访者会选择全力尝试,持续关注时间,动态变更策略,总结新的游戏技巧,从而避免时间限制的负面效应,产生沉浸体验。

沉浸体验的第二个诱因是任务本身。有人表示任务本身的游戏属性,比如清晰的目标、及时的反馈等帮助他们产生沉浸感;有人则表示当他们处于任务的后半段、接近数字块 256 或可移动空格越来越少等关键阶段时沉浸感更强。此外,访谈参与者还提及其他的沉浸体验诱因,如参与者的认真态度等。对于任务本身和其他沉浸体验诱因而言,时间限制主要被看作外在干扰,尤其是时间提醒框干扰更明显,一旦这种干扰对参与者形成了威胁,他们的沉浸体验就会被破坏。与开放问题类似,受访者也分享了很多时间限制的负面效应。比如,高度的时间压力阻碍他们正常发挥,在倒计时的情境下,他们很难专注和思考,非常容易犯错。控制感的丧失也会引发很多消极情绪,包括失望、悲伤或自卑。对于参与者而言,跳出的时间提醒框会中断他们的沉浸体验,如果他们在前一半时间中的表现又恰好不佳,会诱发恼怒或焦虑等情绪。

## 四、结论与讨论

### (一) 时间限制对沉浸体验有双向调节作用

本研究的参与者被要求在四种不同时间限制水平下完成同一游戏任务,每种水平的限制都会激发显著不同的时间压力。实验预期时间限制和沉浸体验之间呈倒 U 型关系。与该假设相反,统计分析表明,时间限制和沉浸体验之间总体上呈负相关,这和依戴米(Yildirim 2015)发现的时间限制对沉浸

体验具有正向作用的结论不同。质性数据的分析也总体验证了负相关关系,但是很多参与者提到了时间限制对沉浸体验有一定的积极影响,实验假设得到了支持。对研究过程的反思可以发现:一,本研究的实验情境是教育类游戏,任务本身比较容易激发沉浸体验,因而在无时间限制下,参与者已经产生较好的沉浸体验,压力的积极效应是能够把个体注意力集中到当前任务上并消除无聊、低唤醒度和低活跃度,但是如果参与者的专注度已经很高,时间限制将不会显著激励参与者更加专注,相反会有威胁性,干扰沉浸体验。这一点从访谈数据中也可得到印证。对于因为“任务本身”或“态度”而产生沉浸体验的参与者,他们在无时间限制下会感到放松,但很少会无聊或冷漠,对他们时间压力的消极效应更明显。二,本研究是实验室实验,质性分析发现,很多参与者可能受实验者效应(比如霍桑效应)的影响会认真对待每个游戏任务,这也可以从不同任务序列之间的差异得到解释:对于D序列(时间限制水平逐渐降低),高水平 and 中等水平时间限制下的沉浸体验相比其他任务序列显著较高,而且和无限制下的沉浸体验几乎相同(见表三),这很有可能是受实验开始时较强的霍桑效应的影响,从而使得D序列中强时间限制下的沉浸体验仍达到了较高水平。因此,尽管实验假设未能得到充分证明,本研究仍预期时间限制对沉浸体验有双向调节作用,而这取决于无时间限制下的沉浸体验水平。如果无时间限制下沉浸体验已达到最佳水平,那么两者将呈负相关,否则将预期呈现倒U型规律,因此时间限制在一定条件下可以作为激发沉浸体验的重要调节变量。

## (二) 沉浸体验与深度学习相融合激发最佳学习状态

时间限制和任务表现之间的相关分析支持了压力和表现之间的负相关线性理论(Lori et al., 2003),沉浸体验对学习表现的积极影响同样得到了论证(李建生等,2013;Wang & Hsu, 2014)。研究发现,在强时间限制下(包括中等水平和高水平时间限制)产生沉浸体验的参与者应用了深度学习策略,他们会根据剩余时间量采用适应性的游戏策略,综合分析更好的游戏技巧,并持续进行积极的心理暗示,比如提醒自己加快操作速度、保持专注和向特定方向移动等,这种深度学习策略的应用能够促进

深度学习的发生(Hamilton & Tee, 2010),在这种情境下,任务的难度水平处在参与者的最近发展区(Vygotsky et al., 1978),挑战要略高于已有技能水平,参与者将实现沉浸体验与深度学习相融合,产生既愉悦又高效的深度学习体验。

有必要说明的是,这种挑战略高于技能的情境在沉浸体验的八分仪模型中被归为“担忧(Worry)”和“觉醒(Arousal)”两类非沉浸状态(Moneta, 2012),但从质性分析数据看,一些参与者报告了他们在沉浸体验过程中同样感受到觉醒、控制或放松等挑战-技能非平衡状态,显示了个体差异对挑战-技能平衡的调节效应(Keller & Bless, 2008; Baumann & Scheffer, 2011)。另外,从统计数据看,根据参与者对任务技能水平和任务难度的评估,中等时间限制是最佳的挑战-技能平衡点(难度: $M = 5.38$ ,  $SD = 1.94$ ;技能: $M = 5.33$ ,  $SD = 1.83$ ),却没有激发最佳的沉浸体验,因此不同成就动机和情绪倾向特征的参与者在面对不同水平的挑战时会采取不同的策略,高水平的挑战-技能平衡仅仅是沉浸体验的高诱发区,沉浸体验也同样可以渗透到其他区域,而当处于挑战略高于技能的区域时,参与者将体验积极的“担忧”或“觉醒”,能够充分享受挑战自我,尽可能发挥全力,从而达到最佳的学习状态。

## (三) 时间扭曲不是沉浸体验的必备成分

在将时间知觉作为成功必要条件的任务中,沉浸体验的时间扭曲维度无法得到证明(Csikszentmihalyi, 1975)。在本研究中,更强的时间扭曲没有激发更好的沉浸体验,这进一步支持了时间扭曲仅仅是专注度的副产品而不是沉浸体验必备成分的观点(Moneta, 2012)。和物理时间不同,人脑中的生物钟是高度适应性的系统,能够让人体器官有效适应所处环境中的各种事件。人体的时间知觉既依赖于内部环境,如情绪状态,也依赖于外部情境,如别人活动的节奏等(Droit-Volet & Gil, 2009)。当人沉浸时,会高度专注并产生积极体验,根据时间心理学的观点(Droit-Volet & Gil, 2009),这往往会使他们低估时间的长度,相反有压力或威胁性的情境则倾向于延长人的主观时间。因此,时间扭曲主要是由沉浸体验中的高度专注和积极情绪引发的,并不是沉浸体验的独立维度,当人们非常专注时,不会注意无关因素,时间知觉、空间知觉和自我意识等都可能发

生扭曲。

总之,本研究探讨了教育游戏情境中时间限制对沉浸体验的影响,发现时间限制是沉浸体验的显著预测量,它能够显著调节挑战-技能平衡,降低控制感,同时增强时间扭曲感,时间限制和沉浸体验总体上呈负相关。但是,研究仍预期时间限制和沉浸体验之间存在“倒U型”关系,认为在教育游戏和实验室情境下仅显示了负相关的规律,研究假设需要更多其他的数据加以证明。由此得出三点启示:一,未来的研究建议使用更普通的学习任务而不是教育游戏,并在真实的学习情境而不是实验室中进行,以避免在无时间限制下就已经存在的高沉浸体验,降低实验者效应。二,成就动机和情绪倾向的个体差异对挑战-技能平衡有调节效应。当沉浸体验在学习者最近发展区被激发时,学习者面临的挑战高于已有技能,此时他们具有和谐的内外外部动机,且处于积极的“觉醒”或“担忧”状态,将产生既愉悦又高效的深度学习体验。三,时间扭曲被进一步证明是专注和积极情绪的副产物而不是沉浸体验的必备成分,因此沉浸体验的成分测量方法需要得到进一步的修正。

#### [注释]

①2048 游戏最早于 2014 年 3 月 20 日发行,网址是: <http://www.2048yx.com/>。

#### [参考文献]

- [1] Admiraal, W., Huizenga, J., & Akkerman, S. (2011). The concept of flow in collaborative game-based learning [J]. *Computers in Human Behavior*, 27(3): 1185-1194.
- [2] Baumann, N., & Scheffer, D. (2011). Seeking flow in the achievement domain: The achievement flow motive behind flow experience [J]. *Motivation & Emotion*, 35(3): 267-284.
- [3] Bolboacă, S. D., Lorentz, J., & Sestras, E. (2009). Statistical approaches in analysis of variance: From random arrangements to latin square experimental design [J]. *Leonardo Journal of Sciences*, 8(15): 71-82.
- [4] Csikszentmihalyi, M. (1975). Beyond boredom and anxiety: Experiencing flow in work and play [M]. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- [5] Droit-Volet, S., & Gil, S. (2009). The time-emotion paradox [J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 364(1525): 1943-1953.
- [6] Hamilton, E., & Jago, M. (2010). Toward a theory of person-

alized learning communities [A]. Jacobson, M. J. & Reimann, P. (Eds.). *Designs for Learning Environments of the Future* [C]. 263-281.

- [7] Hamilton, J., & Tee, S. (2010). Smart utilization of tertiary instructional modes [J]. *Computers & Education*, 54(4): 1036-1053.
- [8] Jackson, S. A., & Marsh, H. W. (1996). Development and validation of a scale to measure optimal experience: The flow state scale [J]. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 18(1): 17-35.
- [9] Keller, J., & Bless, H. (2008). Flow and regulatory compatibility: An experimental approach to the flow model of intrinsic motivation [J]. *Personality & Social Psychology Bulletin*, 34(2): 196-209.
- [10] 李建生, 乔小艳, 李艺 (2013). 教育游戏中心流体验与学习成效的关系 [J]. *现代远程教育研究*, (1): 85-89+107.
- [11] 林志, 郑世林 (2014). 时间压力对沉浸体验影响的内在机理——基于工作场所的实证研究 [J]. *财经问题研究*, (9): 107-113.
- [12] 刘微娜 (2010). 《简化状态流畅量表》和《简化特质流畅量表》中文版修订 [J]. *体育科学*, (12): 64-70.
- [13] Lori, A., Muse, S. G. & Harris, H. S. F. (2003). Has the inverted-u theory of stress and job performance had a fair test? [J]. *Human Performance*, 16(4): 349-364.
- [14] 马颖峰, 隋志华 (2010). 基于 Flow 理论的教育游戏沉浸性设计策略研究——教育游戏活动难度动态调控研究 [J]. *电化教育研究*, (3): 54-57+62.
- [15] Moneta, G. B. (2012). On the measurement and conceptualization of flow [J]. *Advances in Flow Research*, 23-50.
- [16] Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2014). The concept of flow [M]. Springer Netherlands.
- [17] Qin, H., Liu, B., & Wang, D. (2015). The impact of time pressure on spatial ability in virtual reality [A]. Shumaker, R., & Lackey, S. Virtual, Augmented & Mixed Reality [C]. Springer International Publishing: 60-66.
- [18] 邱林, 郑雪, 王雁飞 (2008). 积极情感消极情感量表 (PANAS) 的修订 [J]. *应用心理学*, (3): 249-254+268.
- [19] Romero, M. & Usart, M. (2013). Time factor in the curriculum integration of game-based learning [A]. *New Pedagogical Approaches in Game Enhanced Learning: Curriculum Integration* [C]. Hershey: IGI Global.
- [20] Roxburgh, S. (2002). Racing through life: The distribution of time pressures by roles and role resources among full-time workers [J]. *Journal of Family & Economic Issues*, 23(2): 121-145.
- [21] Svenson, O., & Benson, L. (1993b). On experimental instructions and the inducement of time pressure behavior [A]. O. Svenson & A. J. Maule (Eds.). *Time Pressure and Stress in Human Judgment and Decision Making* [C]. New York: Plenum.
- [22] Vygotsky, L. S., Cole, M., John-Steiner, V., & Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* [J]. *American Journal of Psychology*.

[23] Wang, C. C. , & Hsu, M. C. (2014) . An exploratory study using inexpensive electroencephalography ( EEG ) to understand flow experience in computer – based instruction [J]. *Information & Management*, 51(7) : 912 – 923.

[24] 王大伟(2007). 决策制定过程中时间压力效应的实验研究[D]. 上海: 华东师范大学.

[25] Weenig ,M. W . H. , & Maarleveld, M. (2002) . The impact of time constraint on information search strategies in complex choice tasks [J]. *Journal of Economic Psychology*, 23(6) : 689 – 702.

[26] 叶新东,陈卫(2011). 多屏显示创建教学的心流空间[J]. *电化教育研究*, (10) : 55 – 60.

[27] Yildirim, I. G. (2015) . Time pressure as video game design element and basic need satisfaction [D]. Middle East Technical University.

[28] Zagal, J. P. , & Mateas, M. (2010) . Time in video games: a survey and analysis [J]. *Simulation & Gaming*, 41(1) : 844 – 868.

[29] Zhang, P. , & Finneran, C. (2005) . Flow in computer – mediated environments: Promises and challenges [J]. *Social Science Electronic Publishing*, 15(4) : 82 – 101.

(编辑: 李学书)

## Impact of Time Constraints on Flow Experience : An Empirical Study on Educational Game

HU Liru<sup>1</sup> , DING Jingjing<sup>1</sup> , MA Yingfeng<sup>2</sup> & ZHANG Baohui<sup>1</sup>

(1. College of Education , Shanxi Normal University , Xi' an 710062 , China; 2. Knowledge Media Institute , Shanxi Normal University , Xi' an 710119 , China)

**Abstract:** *This study investigated the impact of time constraints on flow experience. A laboratory experiment was designed involving 90 Chinese university students who were required to play separately a puzzle game called 2048 with four different levels of time constraint ( zero , low , middle , and high ) . Data was collected and analyzed using a mixed – methodology approach. Results showed that time constraint could obviously affect the challenge – skill balance , lower sense of control , and strengthen time transformation. An overall negative linear relation between time constraint and flow experience was found , which was different from the initial inverted – U hypothesis. However , some positive effects of time constraint on flow experience as well as on deep learning could be evidenced by part of the qualitative data. According to the finding that lack of time constraint led to good flow experience , additional time constraint would not obviously motivate participants to concentrate more , but disrupt their optimal experience inversely , if the added time constraint was threatening. Thus , it was assumed that this study only discovered the negative half of the inverted – U relation and further research could gather additional data to reveal the initial hypothesis.*

*At the practical level , the study suggests considering time constraint as a key attribute when designing learning tasks , not limited to educational game tasks , from the perspective of invoking flow experience. Further research is suggested conducting field experiment but not laboratory experiment and using common learning tasks but not educational games , so as to avoid already existing high flow experience in unconstrained conditions and lower experimental effect. At the theoretical level , firstly , this research tries to connect deep learning with flow experience. Flow is argued to be induced at the zone of proximal development of learners to create an ideal learning state where learners will have a harmonious balance of intrinsic and extrinsic motivation , and experience the most enjoyable and productive learning. Secondly , the result presented more evidence for the improvement of Csikszentmihalyi' s flow theory. Time transformation is suggested as the by – product of concentration and positive affects but not a necessary component of flow. The componential approach to measure flow may be revised accordingly. The octant model of flow also needs to be revised due to the moderating effect of individual difference , including achievement motivation and emotional disposition , on challenge – skill balance.*

**Key words:** *time constraint , flow experience , educational game , deep learning , learning design*