

关于科普游戏的思考

——探寻科学普及与电子游戏的融合

周荣庭¹ 方可人^{1, 2}

(中国科学技术大学科技传播与科技政策系, 合肥 230026)¹

(巢湖学院党委宣传部, 合肥 238000)²

[摘要] 目前科普游戏的研究尚处于初级阶段, 开发理念相对滞后。论文从科学普及与电子游戏的互动关联出发, 提出两者之间存在教育功能与娱乐功能上的冲突性; 由于两者目标受众的重叠以及都强调受众主动参与所形成的亲和性; 以及两者在科学规律和游戏规律尊重基础上的合成性。在此基础上探讨了科学普及和电子游戏如何实现有效融合, 并对科普游戏的发展提出了建议。

[关键词] 科学普及 电子游戏 开发 融合

[中图分类号] G434 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357 (2013) 06-0060-07

The Science Games——Exploring Integration of Science Popularization and Digital Games

Zhou Rongting¹ Fang Keren^{1, 2}

(Dept. of Sci-Tech Policy and Communication, University of Science and Technology of China, Hefei 230026)¹

(Propaganda Department of the Party Committee, Chaohu College, Hefei 238000)²

Abstract: According to the previous research, we have found that the study on science games is still in an early stage. Firstly, this paper analyzed the interaction between science popularization and games, then the author pointed out the conflict between the educational function of science popularization and the entertainment function of science games, and the affinity between science popularization and digital games, because of the overlapped target population and audience's active involvement, and the combination between two fields for respecting on scientific law and game rule. Finally, this paper discussed the integration of science popularization and digital games, and suggested on how to develop science games.

Keywords: science popularization; digital games; design; integration

CLC Numbers: G434

Document Code: A

Article ID: 1673-8357 (2013) 06-0060-07

收稿日期: 2013-08-18

作者简介: 周荣庭, 教授, 博士生导师, 中国科学技术大学科技传播与科技政策系主任, 研究方向为科学传播、新媒体,

Email: rongting@ustc.edu.cn;

方可人, 中国科学技术大学科技传播与科技政策系硕士研究生, 巢湖学院党委宣传部干事, 研究方向为科学传播、新媒体,

Email: fkr@mailustc.edu.cn.

科普游戏是以电子游戏为载体进行科学普及的活动形式,是挖掘科普资源,顺应理念转型,丰富教育手段,进而提升科普效果的一种重要途径。然而,如今的电子游戏品质鱼目混杂,内容同质化严重,有些游戏甚至包含程度不一的暴力、色情内容,人们对电子游戏能否促进青少年的健康成长存有疑虑。我国从2010年起就倡导开发内容健康、主题向上的“绿色游戏”,因此,开发科普游戏,利用电子游戏来寓教于乐,以实现社会效益和经济效益的“双赢”,已成为科普界和游戏界共同探讨的一个话题。

科普游戏在理论研究上尚处于初级阶段,对于科普游戏的界定与认同、开发与应用,尚缺乏系统的研究,还谈不上指导当今的科普游戏实践;作为一种新兴的科普业态,国内现有的科普游戏或是未摆脱传统的说教式理念,游戏可玩性差;或是过分强调娱乐性,而丧失了应有的教育功能。兼顾游戏性和科普性的优秀游戏可谓凤毛麟角。本文试从科学普及和电子游戏的关联互动出发,对科普游戏做出探讨。

1 科学普及与电子游戏存在冲突性

1.1 科学普及以提升公众科学素养为目的

我们知道,科学普及的基本内容包括科学技术知识、科学方法、科学思想、科学精神,面向的基本对象是社会公众,目的是通过有效手段和途径,提高公众的科学文化素质^[109]。公众的科普客体身份是明确的,而科技信息的传播者则包含了科学共同体、政府、工业机构、媒介组织和社会组织等多种主体,这促成了科学普及形式的多元化。但是无论哪种形式的科学普及,本质都是把科学共同体内的“私有信息”转化为社会“共享信息”,实现科学信息的传递和扩散,进而促进科学技术的创新利用和社会的进步。这种自上而下为主的社会化传播过程就是广义上的科学教育过程。

科学普及的最终目标是培养具有科学素养的人,而这一过程通过提供“公共产品”的科学信息来实现。美国学者萨缪尔森对公共产

品的性质作出这样的界定:公共产品具有非竞争性、非排他性、外在性、能够使集体受益^[2]。科学普及的科学信息具有公共产品的特性。虽然出于经济或政治利益考虑,一些科学信息依然属于个人或封闭团体内的私有信息,但从长远看,科学信息最终都会实现向共有信息的转化。

1.2 电子游戏以满足公众娱乐需求为目的

对于游戏的目的,西方学者给出了诸多解释。例如约翰·赫伊津哈认为“游戏是多余的,只有在游戏创造的快乐成为一种必需、达到某一程度时,对游戏需要才变得急切。游戏可以被推迟或被任意打断。它并不被赋予物质需要或道德责任。它永远不是一桩任务。它只是在闲暇。”^[3]英国哲学家赫伯特·斯宾塞认为游戏是人在完成了维持和延续生命任务后剩余精力的发泄。游戏理论的集大成者胡伊青加则将游戏看作是生命体仅仅出于“喜爱”而进行的“多余”活动,而那些出于物质需要和道德义务而进行的“必须”活动则不是游戏^[4]。

以上学者基本秉持娱乐、休闲是游戏本质属性的观念,虽然这些看法是基于对传统游戏的审视,然而电子游戏是在新媒体技术下对传统游戏的继承和改造,延续了传统游戏的娱乐本质。从游戏构成上看,电子游戏包含了传统游戏的构成要素如游戏者、游戏场景、游戏规则等。而从形态上看,现有的电子游戏不仅是将传统游戏活动虚拟化,同时还突破了现实世界的桎梏,衍生出虚拟射击、模拟经营、动作冒险、即时战略等多种游戏类型,在游戏世界中玩家可以插上想象的翅膀,大胆尝试现实中难以企及的事情。随着电子媒体、互联网的逐渐发展和普及,电子游戏根植于电脑、手机、移动平板等设备中,已经成为人们日常生活中重要的娱乐工具。

1.3 属性差异成为两者冲突的焦点

媒介批评学者认为每一种媒介都有特定属性并承载着特定内容。尼尔·波兹曼认为图书(或者文字)代表着理性话语,“阅读过程能够促进理性思维,铅字那种有序排列的、具有

逻辑命题的特点,能够培养伍尔特·翁格所说的‘对于知识的分析管理能力’”^{[5]47}“我想论证,在电视的统治下,这样的话语是怎样变得无能而又荒唐的”^{[5]46}。如果说科学普及以图书作为传播载体,是两者教育属性相契合的结果,而电子游戏这一载体却与科学普及之间存在一定的属性冲突。

科学普及的教育性和电子游戏的娱乐性会成为两者冲突的焦点,也会成为科普游戏设计中的难点。这样的冲突,往往源于游戏制作者和科普工作者缺乏沟通和相互理解。科普游戏设计中存在两种“误识”,一是认为科学普及只是游戏的附庸或点缀,这使得游戏中的科学性不足,如国内一款标榜少儿科普的网游,实际内容仍然是“打怪”升级,仅在任务胜利后弹出介绍科普知识的文本框。由于与游戏任务毫无关联,玩家也很少留意这些文本信息,这难免有“挂羊头,卖狗肉”的嫌疑。二是将科普凌驾游戏之上。例如,有学者认为科普游戏是以传播科学知识为首要目的的一种游戏,这种理念也广泛存在于游戏制作者的认识中。例如,某数字科技馆网站上科普游戏,很多只能视为是具有简单互动操作的Flash科普宣传动画,可玩性不高。科普游戏既然作为电子游戏的一种,必然要遵守游戏的固有属性即娱乐性。电子游戏并非不能传播科学知识,但不能替代娱乐功能成为首要功能,含有这种目的的电子游戏并不能满足人们对游戏的实际需求。

2 科学普及与电子游戏含有亲和性

科学普及与电子游戏的冲突性强调的是科普与电子游戏之间存在着特性的差异,但是这并不意味着两者之间没有亲和性。科学普及的理念转型与实践性诉求及电子游戏的发展是两者产生亲和性的重要基础。

2.1 科学普及的理念转型需要手段创新

科学普及如何以亲和力拥有更广泛更自觉的受众是科普工作面临的现实问题,这一问题直接影响到《全民科学素质行动计划纲要》

的目标实现。长期以来,科普工作多依赖图书阅读、展示宣传、讲台传授等有限途径与方式,这一方式固然具有一定的有效性与价值性,但是不能不看到它存在的局限性。如科普观念滞后,科普内容与形式选择的单一和机械,都制约了科普工作的发展与进步。不能不正视的是,随着网络的普及与发展,科普早已进入Web空间,通过网络化的方式来寻求自身的发展。

国内流行的观点认为,科学普及历经传统科教、公众理解科学、有反思的科学传播三个阶段。传统的科普理念暗含公众无知和科学至上的假设,科学普及是科学家到公众的居高临下式单向知识流动过程。随着当代社会民主化进程推进,以及科技发展带来的社会风险与不确定性所引发公众对科学的信任危机。传统科普理念和方式变得不再适用,科普工作者开始反思,将科普转型着眼于公民意识,强调了公众在科学普及中的主动性、参与性,用“受众驱动”、“需求牵引”代替“传播者驱动”^{[1][52]},力图构建一个民主、平等的科学传播模式。科学普及过程中“受众本位”的理念扭转也要求科普方式和手段变化。随着我国对科普产业化的逐步重视,要求部分科普业务要通过市场途径,以公众需求为指向,提供多样的科普服务和产品,调动公众的科学兴趣。而随着电子游戏的发展,其一些特征适应了科学普及的需要,顺理成章成为科普的中意载体。

2.2 电子游戏的受众群体和多感官体验适应科普需要

在文化创意产业发展中,电子游戏产业的发展十分迅速,游戏用户群体持续快速增长。其中,青少年是电子游戏的主要用户构成,电子游戏逐渐成为公众尤其是青少年重要的休闲方式。而我国的“全民科学素质行动计划”把提高未成年人的科学素质作为科学普及的重点,因而电子游戏的受众群体与科普的目标人群是相契合的。

其次,随着图像、音频技术的发展,游戏引擎技术的提升,电子游戏给玩家带来的感官

体验程度越来越高,以这种直观方式向受众传递科学信息可获得较好的效果。此外还出现利用体感技术、虚拟现实技术等技术集成,通过对现实环境的虚拟营造来教授知识技巧、提供专业训练的“严肃游戏”。“严肃游戏”可以在相关设施条件有限或涉及风险环境的条件下模拟临床手术、航空航天、化学实验等过程,这满足了科学普及中专业性的学校教育和职业培训的需要。

2.3 游戏玩家的主动性和自愿性有利于主动学习的实现

科普的理想状态恰恰是“要我学”变成“我要学”,“要我知”变成“我要知”,“要我行”变成“我自行”。而游戏的主动性、自愿性与民主模型下的科学普及的确存在共通性。康德认为游戏和艺术创作一样是一种自由的活动。“这里的自由不是之前将某些艺术看作感觉想象力的自由活动这一意义上的自由,这里的自由不是单纯的指随意和不受辖制。自由的活动是不受束缚的行动,一方面指行动不受他人的指派和命令,没有各种任务式的规定,同时又指内心不受利益牵制,是内外双重意义上的无强制。”^[9]而游戏同时也是非功利性的,这种非功利指游戏活动不以寻求实际利益为满足,人们并不为有利可图而参与游戏,游戏不会对人们的现实利益造成影响。游戏和艺术一样是忘却功利目的,去追求审美过程所带来的精神愉悦。

游戏内在的自由性和非功利性所带来的愉悦感使人们产生了游戏的冲动,使之一次次投入游戏之中,所有的游戏者都是主动和自愿的。科普游戏借助游戏的愉悦感所带来的主动性和自愿性,更容易使玩家接触和注意其中的科学信息,以此提升玩家的科学素养。这不仅符合“受众驱动”下科学普及所强调的公众的主动性和参与性,同时也培养了玩家的科学兴趣,实现从受众角度对民主模式的科普构建的助推作用。

需要看到的是,电子游戏产业单一的欲望化追求、同质化倾向、“暴力色情搞怪”原型

设计思维定式同样给游戏产业提出健康、绿色理念乃至更高社会责任担当的现实问题。科普成为游戏产业融合的目标,其主要原因还在它们之间存在内在与外在的亲性和亲和度。游戏本身就是建立在科技基础上的产物,科学探索在一定程度上也是人类“游戏”的过程,科学成果是科学家好奇、探究、层层过关、不断收获的结果。所以,科学普及与游戏的亲性和甚至同构性成为两者融合与合作开发的重要基础。

3 科学普及和电子游戏具有合成性

3.1 两者对规律的尊重是科学普及和电子游戏合成的关键

科学普及和电子游戏的合成性在于两者都包含了对规则的尊重。科学活动是反映客观事物本质和规律的有目的的行为,是一种严肃性的活动,其前提是对于科学规律的尊重,否则科学活动就无法进行或是变成“伪科学”生产传播。这种尊重体现为在实践中科学方法的运用和科学思想、科学精神对实践的规范指导,这也是科学普及的重要内容。

而游戏者的游戏过程也是对游戏规则的服从过程,只有遵守游戏规则,游戏才能进行下去,否则就不能认为是在进行此游戏。电子游戏虽然是供人娱乐之用,但“游戏活动与严肃的东西有一种特有的本质关联……游戏活动本身就具有一种独特的、甚而是神圣的严肃。……谁不严肃地对待游戏,谁就是游戏破坏者”^[10]。在伽达默尔看来,游戏的主体是游戏本身,每个游戏都给予玩家特定任务,玩家游戏的过程是完成任务的过程,游戏者和游戏的关系可以看成是一种表现和被表现的关系,游戏的内在规则性通过玩家表现为游戏方法的使用和游戏精神的贯彻。

3.2 科学方法和科学规律需要借助电子游戏实现有效传递

就目前而言,我国面向公众的科学普及还处在传统说教向公众理解科学的过渡阶段,对于科学方法、科学精神的指导相对欠缺,

普遍存在重知识、轻方法、忽视精神的现象，这易使公众陷入知科学而不懂不信科学的状态，例如在科学普及力度逐步加强的当下，伪科学仍大行其道，吃盐防辐射、艾滋病滴血恐慌、世界末日谣言所引发的群体性行为，足以证明在公众的科学方法掌握和科学精神培育上的缺失应当引起警惕。要实现向高阶的科学普及转型，必须强化对于科学方法和科学精神的传授。“工欲善其事，必先利其器。”“授之于鱼不如授之于渔。”科学普及工作者要帮助公众建立起对科学方法的认识和使用，以及使科学精神渗透到公众的心灵之中。然而，相比科学知识而言，科学方法和科学精神更为抽象，属于一种暗默性的知识，是难以用语言表达就能清晰传递的，这使得其在教导上具有更高的难度。暗默知识相对应的学习是感受性学习，学习者只能通过实践活动或具体案例分析在感受中习得，而与感受性学习相对应的是体验性教学^[9]。电子游戏为玩家营造了虚拟环境，玩家在游戏空间中探索、发现和完成目标从而获得一种游戏体验。由于游戏在规则尊重上与科学普及存在共通性，在科学方法和游戏方法、科学精神与游戏精神有效合成的状态下，游戏能为玩家领悟科学方法和感知科学精神提供虚拟的体验空间。

4 科学普及与电子游戏的融合探索

优良的科普游戏既能达成科普工作者所希望的教育效果，又能实现良好的市场反应，使游戏开发者能够通过出售游戏获利，而不至于让科普游戏变成“烫手山芋”或政策扶持的“阿斗”。首先必须从科普游戏的设计理念入手，对科普游戏的质量进行改良，才能真正满足玩家的学习和娱乐需求。笔者结合上文对科学普及与电子游戏之间的关系梳理，从消弭冲突性、利用亲和性以及满足合成性三点对如何实现科学普及与电子游戏间的有效融合进行探讨，提出发展科普游戏的几点建议，如图1所示。

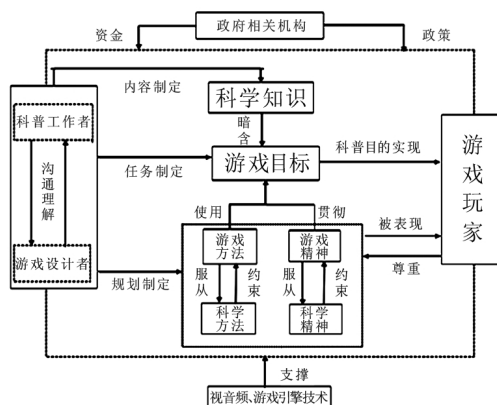


图1 发展科普游戏路线图

4.1 消弭冲突性

要实现科学普及和电子游戏的有效融合，必须消弭两者间的冲突性，以此突破科普游戏发展的阻碍。

(1) 增强两个领域的交流对话。科普工作者与游戏设计者之间要增强对话，促进两个场域之间的交融度。科普工作者应当多了解游戏文化和发展状态，熟悉科普游戏的设计流程，参与到科普游戏的开发中去。

游戏设计者也应自觉增强自身的科学素养，多与科普工作者沟通，尤其是科学分科化加剧、知识大爆炸的当下，这种交流更是必要，以此避免认识上的偏差和犯一些知识性错误。对话是科普游戏实现发展的前提条件。

(2) 满足玩家的娱乐需求。要明确科普游戏是电子游戏的一种形式，要把游戏的娱乐功能放在首位，以尊重玩家的游戏主动性为前提，偏重传播科学知识而缺乏对游戏内在精神的关注，会使科普游戏沦为知识灌输的工具，使玩家丧失游戏兴趣，得不到预期的传播效果。传播科学知识的目的应当是隐藏在游戏目的背后，玩家通过在游戏观察和活动后自己去把握和理解，这在一定程度上要求对游戏情境构筑的强化。伽达默尔指出观赏者对于游戏活动所具有的重要性，游戏需要有观赏者才能实现游戏意义。对于电子游戏而言，游戏玩家既是游戏的参与者，又是自身在游戏中扮演角色的观赏者，玩家只有首先融于情境，沉浸在游戏世界中，参与者的自我表现和观赏者对

于游戏的认同才能充分实现,也只有在此基础上科学知识才有传递的可能。

比如,台北教育大学连启瑞教授科普游戏研发团队针对中小學生开发的《台北大富翁》,使用了经典回合制游戏《大富翁4》的游戏引擎,但修改了模型和玩法,玩家“身处”台北市中,通过购地置业来实现自己的富翁梦想,但玩家需要通过回答 NPC (Non-Player Character) 关于台湾休戚相关的生态环境、城市发展等科学问题才能获得智力经验和金钱。玩家在观察自己操控的游戏角色逐步成为“台北大富翁”过程中学会了诸多科学知识。该游戏被台湾相关教育机构收购并派发至各县中小学,受到极大好评。

4.2 发挥亲和性

科普游戏想要实现发展,必须充分发挥科学普及与电子游戏的亲和性,这是科普游戏发展的基础。

(1) 加强对于玩家的调研和理解。就现阶段而言,科学普及的开发应当首先从青少年群体入手,对青少年群体进行受众细分,了解不同年龄段的玩家的游戏喜好、学习需求以及审美取向等。就目前的科普工作而言,“第三人效果”是普遍存在的,科普主体总是以自己的理解和主观判断去审视教育客体,缺乏对于教育客体需求的实证评估,而加强对于教育客体的调查研究是发挥亲和性的重要保证。

(2) 政府需对科普游戏开发给予支持。贝克特在一项教育游戏的项目中发现:游戏令学习者着迷,原因是它们的结构而不是内容^[9]。对于发挥科普与电子游戏的亲和性而言,这体现在对游戏结构要素中的动态视角效果和交互动能的提升。游戏毕竟是以视觉符号作为主要的载体,游戏画面是游戏给予玩家的第一印象,而互动功能的设计是评估游戏质量的重要标准之一,视觉效果和交互设计的好坏对玩家参与游戏的积极性上发挥了重要作用,也影响到游戏背后科学信息能否传递。从国内现有的科普游戏来看,主要以 Flash 为主,画风相对简陋。游戏类型也以单机游戏为

主,交互设计也很简单。基本没有局域网或互联网游戏。在类型多样、画面精美、制作精良的游戏犹如牛毛的市场中,这种质量的游戏基本无人问津。

之所以科普和游戏的亲和性难以发挥,这主要是由于目前国内科普游戏主要为个人和小团体制作,必然存在资金和技术的局限。而专业的游戏开发商对于科普游戏多持隔岸观火的态度,开发科普游戏基本是“雷声大,雨点小”。作为一种尚待探索的游戏领域,科普游戏的开发理念、设计经验尚缺,游戏开发商的踟蹰不定也是可以理解的。对此,政府应该发挥推手的作用,给予相应的资金或政策支持,鼓励游戏开发商大胆尝试科普游戏的设计开发,为制作高品质、多种类的科普游戏提供保障。如在美国教育部门的扶持下,麻省理工学院与相关游戏开发商合作实施了 TEA (The Education Arcade) 计划,将体感技术、增强现实等新兴技术运用到科普游戏的开发中。例如一款使用移动终端的 GPS 定位,结合增强现实技术的模拟游戏《环境侦探》,玩家接受游戏任务,用游戏自带的空气监测系统在指定地点进行测量,并获得游戏奖励。玩家既获得了游戏的乐趣,又了解了环境科学的相关知识,同时搜集来的数据又帮助了相关环境监测机构及时了解地区的污染指数,实现了一举三得。

随着人们观念的转变,电子游戏不再是“洪水猛兽”,唯恐避之不及。科普游戏应当成为公众尤其是青少年进行学习的有效途径。政府应作为一种中介性力量,应对科普游戏给予正面的评价,积极为科普游戏的开发商和教育界搭建合作的桥梁。

4.3 实现创意合成

科普游戏开发需要秉持的基本设计理念,即游戏规则必须服从科学规律,一些电子游戏为了提升可玩度,在游戏规则设定上违背现实客观事物的规律,创新性值得一提,但这不是科普游戏的应有特征。科普游戏的游戏规则应该有两个要求:

(1) 游戏方法服从科学方法。达成游戏任务过程中所使用的游戏方法需要是科学方法,或者说科学方法的“告之”是依托于游戏方法的使用。玩家要用科学的思路、程序、规则、技巧和模式去进行游戏。当然针对不同年龄阶段、知识层次、社会背景的玩家,科学方法在游戏中要以简单或复杂、显性或隐性的方式传递出来。例如香港中文大学针对少年儿童开发的农业题材类科普游戏《农场狂想曲》告知了简单的比较和思辨的科学方法,小玩家可以通过观察每一种“种植”操作对“农作物”成长的不同影响,通过收成的多少获得某种拟态的“直接经验”。而针对较高年龄段玩家的科普游戏,游戏方法则可采用归纳演绎、分析综合等更为高级和复杂的科学方法。

(2) 游戏精神服从科学精神。科学精神所包含的勇于探索、锲而不舍、敢于创新、善于分析等应是玩家在科普游戏中所该表现的态度。这需要科普游戏体现出一定的游戏难度和内容设计上的开放性,让玩家有挑战和发挥的空间。游戏内容的单调、任务路径的单一和游戏目标实现过程过于简单,都不能实现科普游戏的精神外化。一般认为一款好的游戏应体现出人文精神,即追求对人类和社会所需得的终极关怀,是求善。对此,科普游戏在设计理念上应有更高的要求,即在人文精神为正确价值导向下,实现人文精神与科学精神的融通与共建^[10]。科普游戏不单是使引发玩家对科学的关注,更重要的是对于科学正面功能理解和负面作用的反思,从而保持对于科学与人类处境和未来发展的关怀之心。这种关怀是渗透在游戏的世界观之中,通过游戏符号、剧情等规则体现出来。例如EA(Electronic Arts)公司开发的城市科学游戏《SIM CITY》,将现代科技的产物如化工厂、核电站等设施带来的高额经济回报和对环境污染的可能一并呈给玩家,玩家只有进行合理的布局规划才能实

现城市的良性发展。玩家要获得更高的游戏分数,必须沿着游戏暗设的最优路径调整自己的游戏行为,游戏开发者通过这种方式实现以人为本、全面协调可持续发展的科学发展观的传播。

刘华杰认为科学普及包含两阶:一阶是科学技术基本知识的传播,二阶是关于科学方法、精神、文化、社会运作等传播。其认为在当前中国,有必要特别突出强调和加强二阶科学普及^[11]。上述证明科普游戏可以从诸多方面实现对二阶科学普及内容的有效传递,同时,也应当从二阶科学普及出发,对科普游戏的理念和实践做进一步的探索。

参考文献

- [1] 任福君,翟杰全.科学传播与普及概论[M].北京:中国科学技术出版社,2012.
- [2] 何宗海.教育的属性[EB/OL].[2011-11-16].<http://wenku.baidu.com/view/920eea08763231126edb11c4.htm>.
- [3] 约翰·赫伊津哈.游戏的人[M].北京:中国美术学院出版社,1996:19.
- [4] 董虫草.胡伊青加的游戏理论[J].浙江大学学报,2005(5):49.
- [5] 尼尔·波兹曼.娱乐至死[M].南宁:广西师范大学出版社,2009.
- [6] 俞喆.游戏概念探究[D].上海:华东师大硕士论文集,2004:15.
- [7] 伽达默尔.真理与方法[M].洪汉鼎,译.上海:上海译文出版社,1999:130-131.
- [8] 李兴国.暗默知识与日本公关人才培养[J].国际新闻界,2007(12):41.
- [9] 魏婷,李艺.国内外教育游戏设计研究综述[J].远程教育,2009(3):68.
- [10] 易显飞,张裔雯,文祥.国内科学研究精神述评[J].长沙理工大学学报,2011(6):20.
- [11] 刘华杰.科学传播读本[M].上海:上海交通大学出版社,2007:3.

(责任编辑 谢小军)