反馈机制在博物馆交互媒体设计中的应用研究*

A Study of the Application of Feedback System in the Design of Museum Interactive Media

孙唯祎 李林
Sun Weiyi Li Lin
（四川大学历史文化学院，成都，610065）
(School of History and Culture, Sichuan University, Chengdu, 610065)

内容提要：即时反馈学习成效能显著增强学习者的学习动力与效益。博物馆交互媒体通过设定互动指令发送端，引导观众实施操控行为、输入认知观点、表达情感态度，并对不同维度的参与要素开展响应、补充、评判等即时反馈，从而成为观众学习的重要反馈端口。然而，当前博物馆交互媒体多存在反馈缺位、类型单一、缺乏体系化反馈组群设计等问题，导致交互媒体效益受质疑、使用场景受限、观众喜爱度下降。交互媒体反馈机制应依据博物馆观众学习投入维度、学习目标与路径，协同联动行为层、认知层、情感层三类反馈，综合调动观众的行为、认知、情感参与，并对其操控结果、认知成效、价值判断优劣进行即时反馈。以此激发观众互动行为、传输展览信息、塑造观众价值观，使观众获得丰富体验并达成多维学习目标。人机间行为、认知、情感对话的构建，更使交互媒体从单纯的信息集成工具、吸引力工具，转变为服务于博物馆转型需求的对话工具，助力博物馆成为容纳多元声音的论坛。

关键词：博物馆交互媒体 博物馆教育 交互设计 反馈机制

Abstract: Immediate feedback on learning outcomes can significantly enhance learners' motivation and efficiency. Museum interactive media set up the interactive command sender to guide the visitor to issue manipulation behaviours, input cognitive views, express emotional attitudes, and provide immediate feedback on different dimensions of participation elements such as response, supplementation, and judgment, thus becoming an important feedback port for learning in museums. However, the existing interactive media in museums often lack diverse and systematic feedback, which makes its effectiveness doubtful, the use of the scene is limited, and the popularity of the visitor decreases. The feedback system of interactive media based on visitors' engagement dimensions, learning objectives and pathways, synergistically links three types of feedback: behavioral, cognitive and emotional, and comprehensively mobilizes the visitor's behavioral, cognitive and emotional participation and provides feedback on the results of manipulation, cognitive effectiveness, and value judgement. In this way,

* 本文系四川大学“2035先导计划”课题“区域历史与考古文明”（2035xd-02）阶段性成果。

exhibition information, shapes values, enriches visitor experience and achieves multi-dimensional learning objectives. The construction of behavioral, cognitive, and emotional dialogues between visitors and machines also transforms interactive media from an information integration tool and an attraction tool to a dialogue tool that serves the transformation trend of museums and helps museums to become forums that accommodate multiple voices.

Key Words: Museum interactive media; museum education; interaction design; feedback system

一、博物馆交互媒体中的反馈

（一）反馈在博物馆教育中的重要性

心理学研究发现，及时向学习者反馈其学习结果，能提升其学习动力与效率，这一心理现象被称为反馈效应（feedback effect）[1]。在教育学领域，反馈指教师、同伴等主体对学习者表现所作出的回应[2]，是教学活动的重要环节。反馈不仅包括告知学习者实际学习状态与成效[3]，还囊括纠正、指导、补充等多种类型[4]，能有效激发学习动机、提升学习效率、优化学习效果。

博物馆教育的非正式、非标准化与非选拔性特征，使其难以如学校教育体系般，借助科学统一的学习效果评价机制考核观众，并以量化指标告知其学习成效与目标差距。因此博物馆应为观众提供参与表达的渠道，并对其表现作出即时响应、评判与指导等反馈，使其获知学习评价，并据此改善学习模式、激发学习动力，进而提升参观成效。博物馆中常见的传统反馈形式包括：动手操控类展品对观众物理互动行为的响应，讲解员在导览过程中对观众回答及理解情况的评价与补充，回应观众在留言册中写下的见解，社教活动通过闯关游戏等手段考察、评判观众对展览信息的掌握程度等。20世纪90年代以来，以信息技术为基础的交互媒体（interactive media）被广泛应用于展览，其凭借成熟的技术架构与先进的交互理念，逐渐成为博物馆教育的重要反馈端口。

（二）博物馆交互媒体中的反馈及其现状

博物馆展览中的交互媒体是与观众相互感应、交互的数字媒体，其通过传感器捕获观众发出的外界信号，并借助显示器或其他物理界面反馈与之对应的文本、图像、音频、视频等综合素材[5]。常见的博物馆交互媒体涵盖应用触控、体感、语音等互动技术的数字展项系统及智慧导览系统。在交互媒体中，用户的行为及其引发的响应构成了交互的基本单元[6]，因此反馈也是交互设计领域的关键概念[7]。国内外学者已围绕反馈在交互媒体运行中的重要性[8]、反馈形式的多感官性[9-10]、交互页面中的反馈设计[11]等问题展开大量研究。博物馆交互媒体通过设定互动指令发送端，引导观众发出操控行为、输入认知观点、表达情感态度，而后对不同维度的参与要素给予响应、补充、评判等即时反馈。由此，观众得以在“输入、反馈、再接收”的过程中获悉行为结果、学习成效与价值判断的正误。

然而，交互媒体具有突出的信息管理能力，且其在博物馆展览中的应用进程与博物馆强化教育职能的转型进程相伴[12-14]，这使其常被视作一种用以对海量、多元信息进行数字化存储、分类与展示的展览信息集成工具[15]。一方面，大量难以被图文展板承载的拓展信息与数字化信息，成为触摸互动展项、导览设备等交互媒体的主要展示对象。另一方面，20世纪80年代以来，博物馆数量的激增与来自其他休闲娱乐场所的竞争压

力，使博物馆试图借助交互媒体满足公众对新兴技术的好奇与体验需求，交互媒体由此被定位为重要的吸引力工具[15]41。该倾向随着交互技术的腾飞愈发显著，特别是在2010年上海世博会推出大量应用于展示场景的交互技术后[16]，国内博物馆为提升展览新颖度与吸引力，相继引进先进设备、复刻交互形式。“沉浸式参与”“感官互动”等词汇成为展览设计中不可或缺的要素，针对观众肢体行为的交互媒体逐渐占据主导地位。因此，在发展过程中被长期定位为信息集成工具与吸引力工具的交互媒体，多关注海量信息的载入与新颖交互技术的引入，而未充分重视观众与媒体间双向输入、输出的反馈过程及其效益。反馈类型单一、效能低下等问题使交互媒体难以满足博物馆发展与观众体验需要。

二、博物馆交互媒体反馈设计现存不足

（一）反馈缺位：缺乏刺激与交流，海量信息难接收

作为信息集成工具的交互媒体，虽被用来对海量信息进行逻辑化梳理与呈现，却缺乏能激发并回应观众参与及表达的反馈系统，其所谓的“交互”仅局限于通过人机物理接触实现单向知识传播。观众只能采用效率较低的阅读、聆听等学习模式[17]，依照既定程序查阅、记忆信息。交互媒体既无法通过响应观众操作行为来激发其参与积极性，也无法通过接收与修正观众个性化的认知与见解，引导其构建、理解、记忆知识。现有极少量针对观众认知情况的反馈设计，也多以问答、判断等形式检验观众对客观知识的记忆情况，并仅对其回答作出简单的正误判定，难以帮助观众实现从深度参与到自我构建的学习效果。如某博物馆中的“建筑学家考核”交互媒体，通过“以下哪座古建筑的屋顶为歇山顶？”“这一古建筑为几开间？”等选择题，考查观众对中国古代建筑形制等客观知识的记忆。观众作答后，系统仅反馈答案正误。一方面，选项的设定使此互动沦为一场有标准答案的考试，观众实则未被赋予表达个人见解与感悟的权利。另一方面，由于系统未反馈错误原因及对各选项相关知识的拓展阐述，观众面对简单的正误提示仍无法掌握诸如“歇山顶”“硬山顶”“庑殿顶”等屋顶形制的判断要点，以及古建筑开间数计算方式等展项意图传递的核心信息。这种反馈方式未能实现对观众认知效果的有效考察与引导。在信息时代，观众可借助网络平台便捷地获取所需信息。而交互媒体多采用同质化的查询体系呈现海量信息，且未调动观众深度参与，使观众疲于阅览、使用意愿降低。

（二）反馈单一：参与维度与深度受限，沉迷互动收效小

上文已述，博物馆交互媒体存在另一应用倾向，即通过引进新技术、复刻热门互动形式以提升吸引力。然而，交互媒体过度聚焦于对观众身体互动行为的调度与反馈，易陷入对交互技术和形式的盲目模仿，将互动简单等同于物理层面的肢体互动。例如，历史类博物馆中大量使用的水墨书法作品多媒体投影，会捕捉观众位置和姿势的变化，并反馈对应的字体流动与闪烁效果；展厅中广泛应用的“电子翻书”装置，能根据观众左右挥手等手势，切换书页投影内容。然而，这些肢体动作及其反馈的加入，难以帮助观众增进对所示信息的理解与思考，未能有效促进信息传播，削弱了展项的教育意义。此外，单一的反馈类型窄化了观众参与的维度，难以使观众从机械式的身体互动转变为智力与情感的深度参与。这种维度单一、深度有限的反馈设计，导致交互媒体的有效性受到质疑。早在其应用初期便有观众指出，简单地按下按钮以获取反馈的信息是“无意义的交互”[18]。各时期的学者也多次强调，尽管调动并响应观众的操控行为能吸引其注意力，但这致使交互媒体难以发挥为观众提供有意义体验的作用[19]，导致其吸引力与教育成效不成正比[20]，助长了技术主义倾向并使互动形式趋于同质化[21]。更有学者指出，对操控行为的过度追崇有悖博物馆专业性[22]，甚至会使博物馆沦为娱乐场所[15]32-40。

三、博物馆交互媒体反馈机制的设计与应用

对博物馆常用交互媒体的调查分析表明，反馈缺位、反馈类型单一及缺乏体系化的反馈组群设计，是导致其教育意义弱化、观众参与性不足的关键原因。下文以观众学习投入维度、学习目标与路径等理论及学习成效评价体系为依托，从理论层面构建一种包含多元反馈类型且明确其关联的交互媒体反馈机制，并借助实际案例阐述该机制的实践应用，以期引导博物馆交互媒体反馈设计。

（一）博物馆交互媒体反馈机制设计

上文已述，交互媒体应成为鼓励观众参与、表达，并能对其学习表现与成效作出即时回应与评价的平台。鉴于观众学习投入类型与成效的多样性，交互媒体反馈机制需涵盖针对不同回应对象的多类反馈。教育学领域的学习投入（student engagement）理论将学习者的学习投入分为行为、认知、情感三类，并证实投入程度与学习成效密切相关[23]。行为投入指专注度、提问、讨论、肢体动作等参与行为，认知投入包含记忆、理解知识、使用元认知策略等，情感投入涵盖喜欢、厌恶等情绪以及对事件的评判[24]。因此，博物馆交互媒体应充分调动观众在参观学习过程中的行为投入（如注意力与身体行动）、认知投入（如信息理解与观点表达）、情感投入（如价值判断）。此外，博物馆已认识到观众学习表现与成效的多样性特征，重视观众在行为、认知、情感多层面的反应与收获，并对其展开评估。早期观众研究通过观察观众肢体动作、行为取向来判断其兴趣程度与学习成效[25-26]。20世纪40年代，英国博物馆学家阿尔玛·维特林（Alma Wittlin）主张获取观众在思想层面对展览信息的理解[27]54，这开启了以问卷调查、访谈等形式考察观众所获认知信息的研究。随着人文学科的“情感转向”（emotional turn）[28]，博物馆亦开始考察观众在学习过程中的情感参与及态度转变[29]。因此，反馈机制应整合多元反馈类型：行为层反馈关注人机交互过程中的身体互动，以观众的参与行为、操控活动为回应对象；认知层反馈关注观众对知识、技能的掌握与理解情况，接收其个性化观点、了解其认知成效并进行评判与补充；情感层反馈引导观众表达情感、态度与价值判断，并对其表达进行回应与修正。包含上述多元反馈类型的机制，能够充分调动观众的行为、认知、情感层面的投入，并对其多元表现作出即时的回应、鼓励、评判与修正。

此外，观众学习目标的综合性与学习过程的联动性，要求交互媒体反馈机制明确构建上述三类反馈的关联性，实现三类反馈的综合应用与协同联动。

一方面，在教育学界学习目标多维化转型的影响下[30-31]，博物馆也逐步由重视观众知识获取情况转向对其学习过程与多维成果的综合考量。英国博物馆、图书馆和档案馆委员会（Museums, Libraries and Archives Council, MLA）提出的“通用学习成果（generic learning outcomes）”框架，从“活动行为和进展”“知识和理解”“技能”“态度和价值”“享受灵感创意”五个维度检验观众学习成效[32]43-51。因此，交互媒体需促进观众同时达成行为层面的积极参与，认知层面的表达、修正与省思，及情感层面的感悟、判断与矫正，实现多维学习目标。

另一方面，观众在参观学习过程中，其行为、认知、情感密切联动、相互促进。具身认知（embodied cognition）理论认为，身体与环境的融合及互动产生了认知[33]，且身体感觉为情感体验提供基础[34]。心理学研究还发现，认知与情感的加工过程也彼此交互[35]，个体的认知、情感又影响其行为取向[36]。观众在参观过程中基于具身体验生成认知与情感[27]183, [37]，又在认知、情感支配下发起更积极的参观行为，三者互联共通、相互促进。因此，交互媒体反馈机制强调三类反馈的联动性：行为层反馈能激发观众参与兴趣，并通过多感官媒介语言传输基础信息，为观众表达观点与情感奠定基础；认知层反馈进一

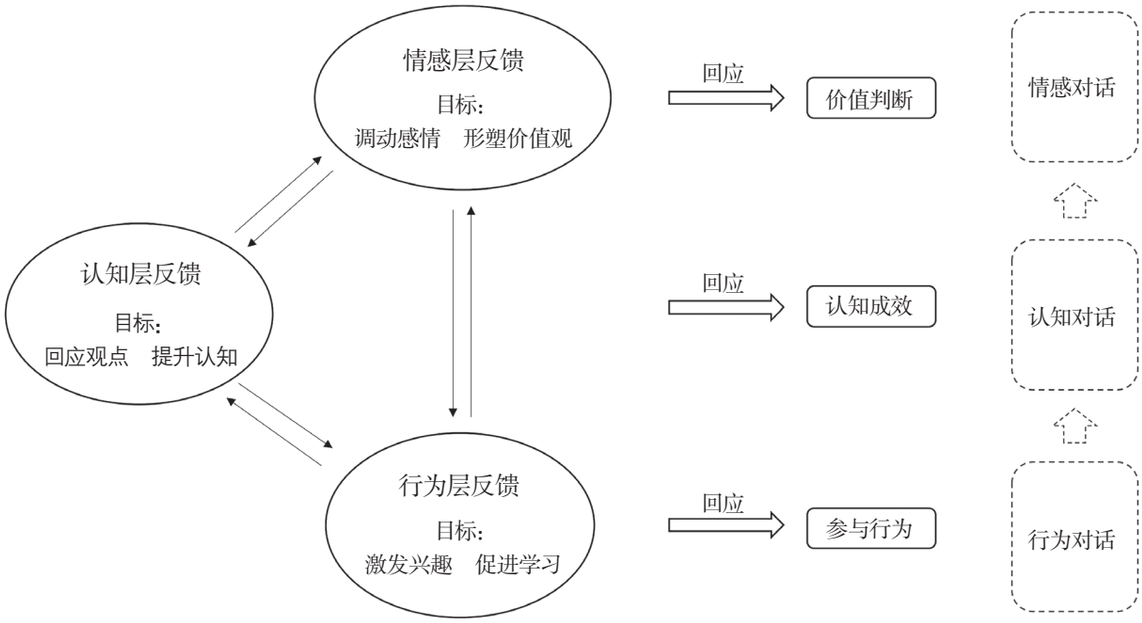


图1 博物馆交互媒体反馈机制

步引导观众在表达与修正的循环中深入学习展览信息，并借此理解行为互动的意义，提升操控行为积极性；情感层反馈基于行为层反馈调度的参与热情、实现的具身体验与认知层反馈奠定的认知基础，进一步促进观众在情感、态度与价值观层面产生思考、感悟与表达，并对此进行回应与矫正。情感层反馈实现的情感调度又能反向提升观众在行为与认知层面的参与积极性。三类反馈相互协同、环环相扣，形成包含激发兴趣、促进学习，回应观点、提升认知，调动情感、形塑价值观三个环节的人机交互链（图1）。从而使观众在自然交互中逐级递进，实现由感官体验到价值内化的深度学习与参与。下文将结合实际案例，进一步阐明各类反馈的具体内涵及其在交互媒体中的应用策略与联动方法。

（二）反馈机制在博物馆交互媒体中的应用

1. 行为层反馈：行为操控与多模态响应，激发参与兴趣

行为层反馈是反馈机制中的基础类型，也是人机交互的开端。交互媒体应依据展项主题与目的，设计多模态（multimodal，模态即观众表达意图、感知反馈信息的感官通道）行为反馈。首先，交互媒体应引导观众借助肢体动作、表情、语音等多元行为触发指令，并运用动作捕捉、面部识别、语音识别等技术捕获指令。随后，系统通过发送视、听、触、嗅觉等多感官信号，向观众反馈其特定操纵行为的执行结果，以激发其参与兴趣[38]。此外，在行为层反馈设计中，应着重强化反馈过程与展览信息的关联性，利用具身认知效应，使观众在综合感官体验中深化对展项知识的理解[33]705。如莫斯科活体系统博物馆（Live Systems Museum）在展览中运用墙面投影呈现人体内部细菌、病毒密布的卡通画面。观众如同人体免疫系统般，发出挥手动作以驱赶细菌和病毒，维护健康。媒体借助体感设备识别观众肢体动作，并在画面中实时呈现与观众位置、动作对应的身体轮廓及细菌和病毒清除效果，以此反馈观众的行为指令。此设计一方面使观众获悉行为操控成效，提升参与积极性；另一方

面，该互动行为与“免疫系统抵御病菌的功能和重要性”这一展项核心信息高度契合，使观众在行为互动中切实体会人体免疫系统的工作机制及其重要性。湖南博物院“听·见湖湘——湖南音乐文物与故事”展览的“天地合鸣”展项，邀请观众敲击铜铙复制品。多媒体屏幕随即呈现古人祭祀山川时的风雨雷电、秋叶飘零、白雪皑皑等场景，并播放与之对应的铜铙声、雨声、雷声。观众敲击铜铙的肢体动作及系统提供的视听反馈，与展项旨在传达的核心信息——铜铙的使用场景、用法与功能高度契合，助力观众在亲身体验中获取上述信息。

2. 认知层反馈：观点输出与评价，深化信息理解

认知层反馈推动观众实现从行为参与到认知参与的跃升，其在行为层反馈所形成的吸引力与认知基础上，进一步引导观众输出观点与见解，并对此进行回应，使观众在观点输出与修正的循环过程中提升认知水平。基于教育学家对学习过程中不同反馈类型的归纳[39]，交互媒体可设置评判性信息反馈与描述性信息反馈这两类认知层反馈。评判性信息反馈旨在简单判定观众认知的正误：在观众输入认知观点后，系统对其进行肯定、否定、鼓励或感谢等评判，以帮助观众了解既有认知水平并纠正错误认识。

描述性信息反馈则在告知观众认知结果正误的基础上，通过反馈启发、追问、补充信息，为观众搭建辅助学习支架（scaffolding）[40]，助力其实现探索式与启发式学习。其中，启发反馈指在观众回答错误或长时间未作答时，系统向其反馈启发信息，以引导其探索正确答案。如在海昏侯博物馆，交互媒体引导观众根据古今器物用法的相似性，将古代石器、陶器、青铜器与今日生活器具相连。若观众连接错误，媒体不仅告知其判断失误，还会提供启发反馈：提示古代器物的使用场合（如“鼎：食器”），以引导观众进一步思考器物的正确功能。

追问反馈指在观众围绕较简单的初阶问题进行首轮判断与观点输入后，系统不仅反馈对该回答的评判结果，还会进一步提出与该问题或回答相关的拓展、高阶问题，从而引领观众在多重问答与认知纠正中，层层深入地探究事物本质，拓展思考深度。如克兰布鲁克科学研究所（Cranbrook Institute of Science）的“拯救海滩（Save the Beach）”交互媒体呈现海岸线受破坏的照片，并引导观众依次思考、回答环环相扣的系列问题：海岸线破坏的具体表现形式、破坏原因、适用的防侵蚀治理措施、防治措施可能产生的环境影响。此过程使观众在递进问题的引导下，深化对环境保护技术的理解。补充反馈指交互媒体在反馈观众认知正误的基础上，提供与其回答相关的补充信息，如解释答案正确的原因、延伸阐释答案后的知识原理、呈现其他观众多样化的回答与见解等，以此深化观众对信息的理解与记忆。

在帕多瓦植物园（Padua Botanical Garden），交互媒体引导观众判断不同植物种子的传播方式（如自体传播、动物传播、人为传播）。观众作出选择后，媒体在反馈其回答正误的同时，还提供补充反馈——详细解释对应传播方式的科学原理及观众回答正确或错误的原因。这使观众不仅知其表象，更究其缘由，加深对相关知识的掌握与记忆。此外，部分交互媒体在观众作出认知判断后，反馈其他观众的观点或评价，使其了解不同观众的个性化见解，构建多元认知视角。如美国水晶桥艺术博物馆（Crystal Bridges Museum of American Art）的互动屏为观众提供了对画作内容、含义、价值与画家心境的多种描述与总结。观众可根据个人对画作的理解，选择自己支持的观点，随后互动屏提供补充反馈，呈现所有观众对不同选项的投票结果，而非直接反馈个体判断的正误，以此促使观众反思个人选择的合理性与片面性，并获悉他人见解。后台数据显示，该展项是展览中最受欢迎的交互媒体，观众热衷于对比自己与他人的答案，并基于他人的视角重新审视和解读艺术品，进而拓展对艺术品的认知广度与深度[41]。

3. 情感层反馈：价值判断与回应，重塑态度观念

英国博物馆学家艾琳·胡珀-格林希尔（Eilean Hooper-Greenhill）指出，没有情感的观众参与是不友好的，本质上是未参与的[32]158。观众不仅是科学信息的学习者，更是对历史、艺术、科学等领域持有个性化态度与情感判断的独立主体。因此，交互媒体的情感层反馈应基于行为层反馈营造的临场感（virtual presence）[42]与移情体验，以及认知层反馈实现的整体性认知，进一步引导观众表达个体对历史事件、社会变迁、生态环境、科技发展等议题的感性判断、情感取向与价值选择，并对其观点进行评价与引导，以促进观众反思。如加拿大马尼托巴博物馆（The Manitoba Museum）设置了一个由一桌面投影及八个互动触摸设备组成的交互展项。在该展项中，观众扮演温尼伯湖（Lake Winnipeg）保卫者，参与湖泊治理。屏幕上呈现的多种治理工具会响应观众的操控行为，随之出现或移动，由此使观众仿佛置身于真实的治理情境中（行为层反馈）。观众基于对不同治理方式适用场景与有效性的理解，选用功能各异的工具，系统通过画面中湖泊内藻类数量的变化，反馈观众工具选择、认知判断的正误（认知层反馈）。在此基础上，系统引入情感层反馈。观众依据自身的生态观，决定是与其他互动观众协作完成治理，还是各自为营，甚至作出破坏行为。系统对观众的价值选择作出反馈：若观众齐心协力，均选择恰当的环境保护措施，湖泊水质将持续改善；若未通力合作或存在个别破坏环境的行为，生态环境则会恶化。这使观众在沉浸式体验中深刻认识到公民积极参与环保事业、携手合作、贡献己力的重要性，从而重塑个体的生态观。泸州博物馆的“四川神臂城之战”交互媒体则旨在引导观众形成正确的历史观。该展项在阐述神臂城战争局势的基础上，引导观众基于个体历史观，对宋末两位重要将领——抗敌却遭人陷害的余玠和改投蒙军的刘整——的选择作出价值判断。随后，媒体呈现“余玠明知不可为而为，可悲可叹”“刘整并非忠臣、应受批评”“元朝取宋是大势所趋，不能以‘忠’或‘不忠’简单评定”等不同选项的被选次数占比。多样化的选择结果促使观众省思自己的评价是否合理，进而认识到需在历史语境中辩证审视人物或事件，树立科学的历史价值观。

日本科学未来馆（Miraikan）的“2050未来之城（Itookashi City）”生活体验展项与南京德基艺术博物馆“金陵图”交互展项，综合应用了行为层、认知层和情感层反馈，并使各类反馈协同配合，有效激活并回应了观众的行为、认知与情感投入。下文将深入解析三类反馈在两个案例中的具体运用与协同方式，为交互媒体设计实践中反馈机制的应用提供参考。

“2050未来之城”展项构建了一个包含农业区、港口区、居住区等14个区域及61个虚拟市民角色的虚拟世界，观众以不同身份的市民角色参与其中。

首先，系统运用行为层反馈，借助屏幕中虚拟市民的实时言行、场景动态变化及伴随场景切换的背景音效，反馈观众通过鼠标发出的操控行为，使观众身临其境般体验虚拟城市中的生活，进而激发其参与兴趣。

其次，系统运用认知层反馈，引导观众依据虚拟市民的需求（如能源短缺、环境污染）及自身所具备的城市治理知识储备，选择不同的管理制度与治理手段。系统根据观众的认知选择，提供两类反馈信息：一类是以正误提示为目标的评判性信息，即实时反馈观众选择产生的后果（如市民健康值下降）；另一类是以知识延伸为目标的描述性信息，其根据观众的选择，深入阐述不同制度、措施在城市治理中的正负面影响，从而深化观众对各类城市治理举措价值的理解。

最后，系统运用情感层反馈，引导观众基于自身价值观，在快速建设发展模式与可持续发展模式之间进行抉择，并通过城市场景与各项城市发展指标的动态变化，反馈其决策的影响。若选择得当，将促进城市永续发展；若选择失当，则会导致社会最终被破坏。这一过程推动观众反思个体责任与集体利益的平衡，重塑城市发展观。而对市民责任的正确理解、对建

设美好城市的追求，又反向激励观众更积极地发起操控行为、获取知识信息，以优化虚拟城市的治理方案。该展项通过三类反馈的协同配合，使观众在行为参与和趣味互动中深化认识、产生共鸣，又在求知需求与情感驱动下提高行为积极性，最终达成了解城市运行规律与治理措施，树立保护生态、崇尚法治等价值观念的多维学习目标。

“金陵图”交互展项依托百米长的展厅屏幕，动态呈现《金陵图》画作，并联动智能手环、手机程序等多类媒介，综合运用三类反馈，引导观众“穿越”至画中情境，挖掘其蕴含的历史信息。在行为层反馈层面，智能手环实时捕捉观众的位置与动作数据，并驱动画面中观众的专属角色作出相应动作，直观反馈观众的操控效果。基于此，观众可操控角色漫步于金陵街巷，获取大宋建康城城市布局与各阶层人民的生产生活等历史信息。在认知层反馈层面，观众与不同虚拟市民角色交流互动时，会触发手机程序中的关卡。观众需回答有关画面所反映南宋社会文化、百工技艺的问题，以获取通关奖励。多媒体通过正误判定、知识点拓展等形式对观众认知结果予以反馈，进而深化其对宋代历史知识的认知。在情感层反馈层面，系统通过互动关卡引导观众表达关于城市生活及治理的价值观念（如是否占道经营等），并反馈其言行善恶对城市生活的影响，引导观众反思个人行为与城市、历史发展间的关联，进而优化其城市观与历史观。三类反馈的协同运作，使观众在沉浸式体验中深入理解历史知识、树立正确的价值观念，达成多维学习目标。

四、总结

博物馆交互媒体因反馈缺位、类型单一、缺乏体系化的反馈组群设计，导致互动维度单一、教育意义弱化、应用场景固化，甚至沦为信息集成工具与吸引力工具。交互媒体反馈机制引入反馈概念，并依据观众学习投入维度、学习目标与路径，设计协同联动的行为层、认知层、情感层三类反馈，为博物馆交互媒体的功能与交互设计提供有益指导，推动其转变为高效的教育工具。通过三类反馈的联动配合，交互媒体不仅支持观众在肢体互动的基础上输入认知观点、表达情感态度，拓展其参与的维度与深度，还能对其行为、认知、情感参与作出即时回应、评判与引导，使观众获悉操控结果、认知成效及价值判断优劣，进而激发观众参与积极性，并使其达成多元学习目标。同时，对观众多维参观表现及学习成效的考察与记录，也使交互媒体成为博物馆评估观众行为积极性、认识科学性与态度正向性的教育效果检验工具。

此外，反馈机制的运行更能推动交互媒体进一步转变为对话工具，成为推进博物馆教育理念转型的抓手。博物馆定义、前景与潜力常务委员会（Museum Definition, Prospects and Potentials）强调，博物馆的民主功能和目的至关重要，要把博物馆建设为具有批判性思维和多元化观点的场所[43]。这一理念在2022年发布的最新版博物馆定义中得以体现——“它向公众开放，具有可及性和包容性，促进多样性和可持续性。博物馆以符合道德且专业的方式进行运营和交流，并在社会各界的参与下，为教育、欣赏、深思和知识共享提供多种体验。”[44]。这反映出博物馆摒弃传统权威化教育观念，转而重视观众自主化、个性化、多样化的体悟与知识创造，保障观众参与权和话语权的转型趋势。欧洲博物馆组织联盟（Network of European Museum Organisations）指出，科技手段的应用能使文化内容创作者与观赏者的关系从供给与需求转变为互动与参与，形成文化制造新形态[45]。交互媒体反馈机制聚焦对观众参与的激励与回应，构建了观众与展览间的行为、认知、情感三重对话。这使交互媒体成为引发、回应并分享观众个性观点的对话工具，将作为聆听者的观众转变为博物馆的平等对话者，助力博物馆成为自由开放、容纳多元声音的公共论坛。

参考文献

[1] AMMONS R B. Effects of knowledge of performance: a survey and tentative theoretical formulation[J]. The Journal of General Psychology, 1956, 54(2): 279–299.

[2] 加涅, 韦杰, 戈勒斯, 等. 教学设计原理[M]. 5版. 王小明, 庞维国, 陈保华, 等译. 上海: 华东师范大学出版社, 2007: 177.

[3] NARCISS S. Feedback Strategies for Interactive Learning Tasks[M]//SPECTOR J M, MERRILL M D, MERRIËNBOER J V, et al. Handbook of Research on Educational Communications and Technology. 3rd ed. London: Routledge, 2008: 135–143.

[4] HATTIE J, TIMPERLEY H. The power of feedback[J]. Review of Educational Research, 2007, 77(1): 81–112.

[5] 李四达. 交互设计概论[M]. 2版. 北京: 清华大学出版社, 2020: 2.

[6] 张校君, 张宇红. Loading页面设计中反馈机制的研究[J]. 设计, 2017(5): 20–22.

[7] 史小诗. 近十年国内外交互设计中反馈的研究综述[J]. 设计, 2020, 33(18): 122–124.

[8] LASCHKE M, DIEFENBACH S, HASSENZAHI M. “Annoying, but in a nice way”: an inquiry into the experience of frictional feedback[J]. International Journal of Design, 2015, 9(2): 129–139.

[9] HEIJBOER M, VAN DEN HOVEN E, BONGERS B, et al. Facilitating peripheral interaction: design and evaluation of peripheral interaction for a gesture–based lighting control with multimodal feedback[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2016, 20(1): 1–20.

[10] TUURI K, EEROLA T, PIRHONEN A. Design and evaluation of prosody–based non–speech audio feedback for physical training application[J]. International Journal of Human–Computer Studies, 2011, 69(11): 741–757.

[11] 刘康, 蒋晓, 李世国. 产品交互设计中反馈机制的应用[J]. 包装工程, 2009, 30(11): 123–125.

[12] BESSER H. The transformation of the museum and the way it’s perceived[J]. The wired museum: Emerging Technology and Changing Paradigms, 1997: 153–170.

[13] DODD J. Whose Museum Is It Anyway? Museum Education and the Community[M]// HOOPER–GREENHILL E. The Educational Role of the Museum. 2nd, ed. London: Routledge, 1999: 131–133.

[14] EVANS J A, STERRY P. Portable computers & interactive multimedia: a new paradigm for interpreting museum collections[J]. Archives and Museum Informatics, 1999, 13(2): 113–126.

[15] WATTS B J. Interactive media in museum environments: perceptions about its use[D]. Wayne State University, 1999.

[16] 王国彬. 展陈设计中交互式博物馆的理念剖析[J]. 包装工程, 2015, 36(8): 26–29.

[17] BERGSTEINER H, AVERY G C. The twin–cycle experiential learning model: reconceptualising kolb’s theory[J]. Studies in Continuing Education, 2014, 36(3): 257–274.

[18] KOESTER S E, BEARMAN D, WRIGHT B. Interactive Multimedia in American Museums[M]. Pittsburgh, PA: Archives & Museum Informatics, 1993: 15.

[19] ALLEN S. Designs for learning: studying science museum exhibits that do more than entertain[J]. Science Education, 2004, 88(S1): 17–33.

[20] 卢凯晴, 冯博恩, 丁维欣. 初探多媒体互动装置对观众的吸引力与知识传递: 以台湾博物馆古生物馆之《古生物大展》为例[J]. 博物馆学季刊, 2023, 37(3): 60–70.

[21] 尹凯, 陈佳璐. 重思博物馆的互动及其本质[N]. 中国文物报, 2023–4–18(6).

[22] SUH J, AHN J, KIM H, et al. Evaluation of an interactive multimedia exhibit in the national museum of Korean contemporary history, South Korea[J]. Engaging SpacES, 2014: 276–284.

[23] LESTER D. A review of the student engagement literature[J]. Focus on Colleges, Universities, and Schools, 2013, 7(1): 2.

[24] FREDRICKS J A, BLUMENFELD P C, PARIS A H. School engagement: potential of the concept, state of the evidence[J]. Review of Educational Research, 2004, 74(1): 59–109.

[25] BITGOOD S. Museum fatigue: a critical review[J]. Visitor Studies, 2009, 12(2): 93-111.

[26] ROBINSON E S, SHERMAN I C, CURRY L E, et al. The Behavior of the Museum Visitor [M]. Washington, DC: The American Association of Museums, 1928.

[27] 乔治·海因. 学在博物馆[M]. 李中, 隋荷, 译. 北京: 北京燕山出版社, 2010.

[28] PLAMPER J. The history of emotions: an interview with William Reddy, Barbara Rosenwein, and Peter Stearns[J]. History and Theory, 2010, 49(2): 237–265.

[29] SAVENIJE G M, DE BRUIJN P. Historical empathy in a museum: uniting contextualization and emotional engagement[J]. International Journal of Heritage Studies, 2017, 23(9): 832–845.

[30] 何克抗, 郑永柏, 谢幼如. 教学系统设计[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2002: 81–85.

[31] 余文森. 从“双基”到三维目标再到核心素养: 改革开放40年我国课程教学改革的三个阶段[J]. 课程. 教材. 教法, 2019, 39(9): 40–47.

[32] 艾琳·胡珀–格林希尔. 博物馆与教育: 目的、方法及成效[M]. 蒋臻颖, 译. 上海: 上海科技教育出版社, 2017.

[33] 叶浩生. 具身认知: 认知心理学的新取向[J]. 心理科学进展, 2010, 18(5): 705–710.

[34] STEPPER S, STRACK F. Proprioceptive determinants of emotional and nonemotional feelings[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1993, 64(2): 211.

[35] 刘烨, 付秋芳, 傅小兰. 认知与情绪的交互作用[J]. 科学通报, 2009, 54(18)：2783–2796.

[36] FISHBEIN M, AJZEN I. Belief, attitude, intention, and behavior: an introduction to theory and research[M]. Reading, MA: Addison–Wesley, 1975.

[37] 周婧景. 具身认知理论: 深化博物馆展览阐释的新探索: 以美国9·11国家纪念博物馆为例[J]. 东南文化, 2017(2): 109–114.

[38] 刘康, 蒋晓, 李世国. 产品交互设计中反馈机制的应用[J]. 包装工程, 2009, 30(11): 123–125.

[39] BROOKHART S M. How to Give Effective Feedback to Your Students[M]. Alexandria, VA: ASCD, 2017.

[40] WOOD D, BRUNER J S, ROSS G. The role of tutoring in problem solving[J]. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 1976, 17(2): 89–100.

[41] 朱莉·德克尔. 技术与数字化创举: 博物馆的创新之道[M]. 余征, 译. 上海: 上海科技教育出版社, 2017: 56–60.

[42] JUNG T, TOM DIECK M C, LEE H, et al. Effects of virtual reality and augmented reality on visitor experiences in museum[C]//INVERSINI A, SCHEGG R. Information and Communication Technologies in Tourism 2016: Proceedings of the international conference in Bilbao. Cham: Spain , 2016: 282–293.

[43] 杰特·桑达尔. 博物馆定义: 国际博物馆协会的支柱[J]. 秦文, 译. 国际博物馆 (中文版), 2021, 69(Z1): 14.

[44] 中国博物馆协会. 国际博协特别全体大会通过新版博物馆定义[EB/OL]. (2022–08–25)[2025–01–04]. https://www.chinamuseum. org. cn/cma/detail. html?id=12&contentId=12403.

[45] Money Matters: The Economic Value of Museums [DB/OL]. (2016–11–10)[2025–02–04]. https://www. ne–mo. org/fileadmin/Dateien/public/NEMO_documents/NEMOAC2016_EcoVal. pdf.