

智慧博物馆与AI博物馆

——人工智能时代博物馆发展新机遇

Smart Museum and AI Museum: A New Opportunity for Museum Development
in the Era of Artificial Intelligence

李 姣

Li Jiao

(深圳市宝安区公共文化服务中心, 深圳, 518108)

(Public Cultural Service Centre of Baoan District in Shenzhen City, Shenzhen, 518108)

内容提要: 现代信息技术的快速发展, 引起了人类社会一次又一次的变革。智慧地球的理念迅速普及, 智慧博物馆概念在博物馆领域应运而生。在物联网、移动互联、大数据、云计算等信息技术的推动下, 智慧博物馆探索建立智慧服务、智慧保护、智慧管理的应用模式。目前智慧博物馆的发展还是初级形式。人工智能被誉为“第四次产业革命”, 世界各国纷纷将其作为国家重要发展战略, 博物馆在即将到来的人工智能时代也将面临新的发展机遇和变革。国内外博物馆已开始探索在导览服务、游客管理、陈列展览、文物管理、文物保护修复及鉴定等方面与人工智能技术的结合。智慧博物馆从初级形式向高级形式——人工智能博物馆发展将是必然趋势。

关键词: 智慧博物馆 人工智能 AI博物馆

Abstract: The rapid development of modern information technology has caused change to human society again and again. The concept of “smart earth” has been rapidly popularized, and the concept of smart museum has emerged in the field of museums. This effect is driven by the Internet of things, the mobile Internet, big data, cloud computing and other information technologies; smart museums explore the application models of smart services, smart protection and smart management. At present, the development of smart museums is still in its primary form. Artificial intelligence is known as “the fourth industrial revolution” and all the countries around the world regard it as an important national development strategy. At the same time, museums will also face new development opportunities and changes in the upcoming era of artificial intelligence. National and international museums have begun to explore the combination of AI technology in guidance services, tourist management, display and exhibition, cultural relics management, cultural relics protection, restoration and identification. It is an inevitable trend; therefore it is necessary to develop smart museums from their primary form to their advanced form: the artificial intelligence museum.

Key Words: Wisdom museum; artificial intelligence; AI museum

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 是计算机科学的一个分支。早在20世纪70年代, 人工智能、空间技术、能源技术被称为世界三大尖端技术。进入21世纪, 人工智能、基因工程、纳米科学被世界学术界称为人类21世纪三大尖端技术。2016年阿尔法狗 (AlphaGo) 击败世界围棋高手, 在社会上引起公众对人工智能的广泛关注。人工智能技术如自然语言处理、深度学习、神经网络、机器学习等发展迅速, 在医疗、教育、军事、通讯等领域应用广泛, 对社会、经济、自然科学等产生重大影响。虽然目前还未真正踏入人工智能时代, 但是技术的进步推动着人类社会向人工智能时代飞奔而去。博物馆是人类物质文明和精神文明传承的重要载体, 肩负着征集、保护、研究、传播及展出人类及人类环境的物质及非物质遗产的使命。在人工智能时代来临之际, 博物馆将从初级智慧化走向高级智慧化——人工智能化, 人工智能技术给博物馆注入新的元素, 带来新的发展机遇。本文在对智慧博物馆的起源、技术系统、具体实践进行概述的基础上, 阐述了人工智能相关政策制度及研究领域, 分析了人工智能在博物馆的应用及给博物馆带来的发展机遇。

一、智慧理念下的博物馆

随着互联网、物联网、云计算等信息技术的飞速发展和广泛应用, 21世纪博物馆逐渐向着智慧化的方向演进和发展。

(一) 智慧博物馆的起源

2008年11月, IBM公司提出“智慧地球”的概念。2009年1月, 美国总统奥巴马在工商业界的圆桌会议上公开肯定了IBM“智慧地球”思路^[1]。2009年8月, IBM发布《智慧地球赢在中国》计划书, 揭开了中国“智慧地球”战略的序幕。“智慧地球”的理念得到世界各国的普遍认可, 相关的信息技术如物联网、云计算等也成为各国科技发展的战略重点。“智慧”这一概念所代表的感知、智能、创新、融合也快速运用到其他领域, 智慧博物馆的理念应运而生。2012年4月, 巴黎卢浮宫与IBM合作建设欧洲第一个智慧博物馆, 掀起建设智慧博物馆的浪潮。2014年底, 秦始皇帝陵博物院、内蒙古博物院、广东省博物馆、甘肃省博物馆、金沙遗址博物馆、苏州博物馆被国家文物局确定为智慧博物馆试点单位。经过3年多的探索、实践, 我国智慧博物馆进入起步阶段, 是对博物馆智慧化的有益尝试, 推动了博物馆从数字化向智慧化的升级转型。国家文物局副局长宋新潮指出, 智慧博物馆是在实体博物馆、数字博物馆概念的基础上, 由于科学技术的进步而演变发展起来的新生事物。从狭义上说, 智慧博物馆是基于博物馆核心业务需求的智能化系统; 从广义上讲, 智慧博物馆是基于一个或多个实体博物馆 (博物馆群), 甚至在文物尺度、建设尺度、遗址尺度、城市尺度和无限尺度等不同尺度范围内, 搭建的一个完整的博物馆智能生态系统^[2]。智慧博物馆实现了“物—数字—人”之间的双向多元信息交互, “以人为中心”, 实现博物馆的智慧服务、智慧保护、智慧管理, 可以认为智慧博物馆=数字博物馆+物联网+云计算^[3]。

(二) 智慧博物馆的技术系统

智慧博物馆具有四个鲜明特征——全面的感知、泛在的互联、海量的数据及精确的运算, 对应智慧博物馆建设的技术系统——物联网、移动互联、大数据、云计算^[4]。物联网的引入是数字博物馆向智慧博物馆发展的最明显特征, 它通过传感技术, 实时识别、定位、跟踪、监控管理博物馆的藏品、环境、人员, 物联网技术让实体的“物”相互联系, 通过互联网, 使

整个世界物物相连,在博物馆中,实现“人一藏品一教育”三者融合,开创新的博物馆管理运行模式^[5],如敦煌莫高窟60多个洞窟安装了200多个传感器,监控洞窟内的温湿度、病害等情况。移动互联网主要指移动网络和移动终端的普及,使博物馆更有效、快捷、便利地开展各项业务,如通过微信、微博、网站、手机APP程序、在线视频等,提高与观众的互动性,推送博物馆信息。大数据是指数据体量巨大、冗余数据多、数据价值密度低、要求处理速度快(做到秒级)的数据^[6]。智慧博物馆拥有海量数据,既包括博物馆的数字化,也包括对博物馆数据进行分析,还包括建立博物馆之间的信息互联,达到信息共享。云计算为存储、管理及分析处理、共享、整合、应用智慧博物馆的海量数据提供解决方案,目前利用云计算提供服务主要有三个层面:基础设施即服务(IaaS)、平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS),实现博物馆技术应用的低成本、高效能、可扩展,如首都博物馆已经在IaaS层面构建了私有云服务平台^[7]。

(三) 智慧博物馆的实践

国内外已有很多博物馆进行智慧博物馆的建设,如中国的6家智慧博物馆试点单位,国外的卢浮宫、大都会艺术博物馆、美国芝加哥大学智慧艺术博物馆、克里夫兰艺术博物馆等。根据博物馆的社会职能和现实业务要求,智慧博物馆的主要应用模式是智慧服务、智慧保护、智慧管理。一是更全面互动的公众智慧服务,以公众需求为中心,通过微博、微信、网站等新媒体平台,采用虚拟现实等技术^[8],加强与观

众的互动,让观众在博物馆中感受无处不在的服务,如敦煌推出的《梦幻佛宫》,是全球首部展现文化遗产的3D球幕影片;湖北省博物馆推出的“3D古乐器演奏系统”,让观众在虚拟的情景下“接触”古乐器^[9];故宫博物院制作的首款儿童类iPad应用程序“皇帝的一天”,带领儿童了解清代宫廷^[10]。二是更透彻感知的文物智慧保护,主要体现在利用无损技术和智能感知技术,对文物进行预防性保护,监控文物环境质量,及时发现问题,形成“监测—评估—预警—调控”保护流程,如金沙遗址博物馆建立全国馆藏文物保存环境监测平台,对温湿度、CO₂、紫外线等进行监测,采用自动预警,迅速解读数据,进行自动分析;上海博物馆通过对200多种藏展材料进行测试,绘制“藏展材料适用性等级表”,进行标准化、量化保护^[11]。三是更深入智能的智慧管理,具体体现在内部管理和外部管理。内部管理从博物馆的资源出发,主要包括藏品、财产、人力资源,对其进行管理提升,如南京博物院、秦始皇帝陵博物院运用射频识别技术(RFID)进行藏品管理,每件藏品有唯一的“电子身份证”,记录文物的基本信息,可迅速盘点文物,并对文物进行实时监控;外部管理是指博物馆与外部关系的处理,如敦煌莫高窟、金沙遗址博物馆利用RFID对游客信息进行监测^[12];卢浮宫与IBM合作升级大型设备维修管理系统软件解决方案的综合数据库,对博物馆各流程进行可视化操作,大大提升了管理效率^[13]。

智慧博物馆的实践如火如荼地开展着,但是依然存在很多问题,离真正的智慧博物馆还存在一定的距离^[14],目前智慧博物馆的发展还处于初级阶段。除了采用高科技使博物馆高效运营,拉近与观众的距离,更好地进行文物保护等,博物馆还应该将智慧的理念贯穿观众的参观过程,以人为本,满足观众的个性化需求。

二、人工智能时代的AI博物馆

智慧博物馆的发展与应用实践,以及大数据时代的到来,推动着博物馆的服务、管理、保护不断向着智慧化创新发展,让博物馆给公众耳目一新的感觉。但是如果从本文的立意视角来看,即人工智能视角,可以发现博物馆所有具有的自主学习、智能控制等智能特征并不明显,AI时代的到来,博物馆已初步探索应用人工智能技术,满足公众对博物馆的需求,博物馆也将朝着人工智能方向发展。

（一）人工智能的发展政策与规划

近年来，世界各国纷纷将人工智能列为国家重要发展战略，AI也成为各界的研究热点。谷歌发布“谷歌大脑”计划，百度推出“百度大脑”计划，微软成立人工智能研究院。2012年英国就把人工智能列为国家八大重点发展技术之一，2015年日本发布《机器人战略》，2016年美国发布《为人工智能的未来做好准备》（*Preparing for the Future of Artificial Intelligence*）和《国家人工智能研发战略规划》（*The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*）两份重要报告，英国也发布了《人工智能：未来决策制定的机遇和影响》（*Artificial Intelligence: Opportunities and Implications for the Future of Decision Making*）等报告^[15]。我国早在2015年5月发布的《中国制造2025》就指出智能制造引领制造方式变革，我国制造业转型升级、创新发展迎来重大机遇^[16]。2016年3月，《中华人民共和国国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要》中提出要发展人工智能；5月，中国发展和改革委员会牵头制定《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》。2017年3月，首次将人工智能写入政府工作报告；7月，国务院出台《新一代人工智能发展规划》；10月，将人工智能写入十九大报告，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合；12月，发布《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018—2020年）》。习近平总书记在2017年12月的三次讲话和贺信中都提到了“人工智能”^[17]。

2018年3月，人工智能再次被写入政府工作报告。截至2018年，国家密集发布了多项关于人工智能的政策（表1），可见人工智能已成为引领科技发展的重要驱动力，政府将人工智能上升到国家战略高度。

（二）人工智能研究领域

英国机器人专家凯文·沃维克（Kevin Warwick）在《人工智能》一书中根据涵盖的学科将AI分为：计算机视觉，包括模式识别、图像处理等；自然语言处理，包括语音识别、合成以及语音对话；认知与推理，包括各种物理和社会常识；机器人学，包括各种机械控制、设计、运动规划和任务规划等；博弈伦理，包含多代理人的交互、对抗和合作、机器人与社会融合等议题；机器学习，包含各种统计的建模、分析工具和计算方法^[18]。AI与其他领域相结合，呈现出诸如工业4.0、智能家居、无人驾驶、智能监控、智能医疗等“人工智能+应用场景”发展形态。AI在博物馆的应用包括专家系统、自然语言处理、模式识别、机器学习、智能检索和机器人等在文物展示、藏品管理、导览服务、游客管理、文物鉴定、文物保护修复、博物馆自动化等方面的应用。

（三）AI在博物馆中的应用实践^[19]

2017年12月，国家文物局与百度公司在世界互联网大会上签署了战略合作协议，通过合作搭建文物百科网络平台、建立数字化博物馆等形式，共同推进“互联网+中华文明”行动计划。2018年5月18日国际博物馆日，国家文物局在上海举办主题为“超级连接的博物馆：新方法、新公众”的活动，并与百度联合启动“用科技传承文明：AI博物馆计划”，利用AI技术让文物活起来，进一步推动“互联网+中华文明”建设。“AI博物馆计划”融合众多百度产品以及技术支持，包含智能搜索、智慧地图、图像识别、语音交互导览、机器翻译、AI教育等功能模块，将通过百度搜索、熊掌号、百度地图、百度百科等多个产品实现落地。其实，在“AI博物馆计划”启动之前，国内外很多博物馆已在探索与人工智能技术的结合，丰富观众在博物馆的体验，充分发挥博物馆的社会价值。

在文物展示方面，秦始皇帝陵博物院携手百度启动“百度AI秦始皇兵马俑复原工程”，游客通过手机百度AR功能扫描相关触发物就可以“唤醒”秦始皇帝陵下沉睡的秦兵马俑军团^[20]。百度公司启动“AI文化遗产复原计划”，通过多项人工智能新

表1 国家人工智能政策汇总

(截至2018年)

时间	政策名称	发布机构	目的/意义
2015年5月	《中国制造2025》	国务院	基于信息物理系统的智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革,我国制造业转型升级、创新发展迎来重大机遇
2015年7月	《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》	国务院	明确了推进“互联网+”人工智能,依托互联网平台,提供人工智能公共创新服务;将人工智能列为11项重点行动之一
2016年3月	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	十二届全国人大四次会议通过	加快信息网络新技术开发应用,重点突破大数据和云计算关键技术……新兴领域人工智能技术;人工智能写入“十三五”规划纲要
2016年4月	《机器人产业发展规划(2016—2020)》	工信部、国家发展和改革委员会、财政部	推进我国机器人产业快速、健康、可持续发展
2016年5月	《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》	国家发展和改革委员会、科技部、工业和信息化部、中央网信办	充分发挥人工智能技术创新的引领作用,支撑各行业领域“互联网+”创业创新、培育经济发展新动能;到2018年,打造人工智能基础资源与创新平台,人工智能产业体系基本建立
2016年7月	《“十三五”国家科技创新规划》	国务院	发展新一代信息技术,其中在人工智能方面,重点发展大数据驱动的类人智能技术方法,在基于大数据分析的类人智能方面取得重要突破
2016年9月	《智能硬件产业创新发展专项行动(2016—2018年)》	工业和信息化部、国家发展和改革委员会	重点发展智能穿戴设备、智能车载设备、智能医疗健康设备、智能服务机器人、工业级智能硬件设备等
2016年11月	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	国务院	发展人工智能,培育人工智能产业生态,推动人工智能技术向各行业全面融合渗透
2017年3月	2017年政府工作报告	国务院	“人工智能”首次被写入全国政府工作报告
2017年7月	《新一代人工智能发展规划》	国务院	确定新一代人工智能发展三步走战略目标,人工智能上升为国家战略层面
2017年10月	十九大报告	中国共产党第十九次全国代表大会	人工智能写入十九大报告,将推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合
2017年11月	《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》	国务院	打造人、机、物全面互联的新型网络基础设施,形成智能化发展的新兴业态和应用模式
2017年12月	《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018—2020年)》	工业和信息化部	为贯彻落实《中国制造2025》和《新一代人工智能发展规划》,加快人工智能产业发展,推动人工智能和实体经济深度融合
2018年3月	2018年政府工作报告	国务院	人工智能再次被列入政府工作报告:加强新一代人工智能研发应用;在医疗、养老、教育、文化、体育等多领域推进“互联网+”;发展智能产业,拓展智能生活

技术, 让我国丰富的文化遗产以更加生动的方式被大众了解、熟知。

在导览服务方面, “湖北省博物馆在2018年元旦期间推出了‘国宝讲解机器人’, 为其四大镇馆之宝之一的‘元青花四爱图梅瓶’进行讲解。在交互设计支撑下, 机器人可以为游客智能解答有关文物的‘前世今生’。仅在假期3日内, ‘国宝讲解机器人’的互动量就已超7000次, 游客满意度达93%”^[21]。金华市博物馆首次引进机器人讲解员, 机器人“艾米”与“奉天承运——明清圣旨精品展”同时亮相。作为导览机器人, “艾米”可自动完成环境探索, 带领游客参观展览^[22]。

在观众管理方面, 拿破仑博物馆采用人脸识别技术和智慧导览等智能设备, 实现了对参观者的智能化数据采集和分析。国家美术馆为了分析观众访问数据, 采用Dexibit的工具, 并由此预测未来的观众访问情况。

在文物管理方面, 挪威国家博物馆正在试验机器学习和深度神经网络, 利用机器视觉识别和标记图像, 统计藏品信息。在文物保护修复方面, 西班牙雷纳·索非亚博物馆(The Reina Sofia Museum)有一位名叫“帕布里托”的机器人员工, 它可以拍摄精确度极高的照片, 工作人员在其帮助下修复了馆内多幅珍贵的藏品^[23]。在文物鉴定方面, 罗格斯大学的艾哈迈德·埃尔加马尔(Ahmed Elgammal)教授带领团队研发了一款能鉴别画作真伪的AI^[24]。

AI与博物馆融合, 推进博物馆发展, 让观众与文物可以更加轻松地“对话”, 使博物馆的管理更加智能化, 尤其在将来机器人技术、深度学习、神经网络、超级AI的发展和运用, 会使博物

馆朝着人工智能化大步迈进, 可以认为人工智能博物馆是智慧博物馆的高级发展形式。

三、人工智能给博物馆带来的机遇分析

21世纪以来, 科学技术的进步引起社会变革, 各种新时代不断涌现。网络社会时代, 计算机普及, 将人类距离迅速拉近; 大数据时代, “数据”成为关注的核心, 博物馆也开始了数字化建设; 智慧时代, 在“智慧”的理念下, 博物馆关注“人一数据一物”的互通交流, 开展智慧管理、智慧服务、智慧保护, 探索智慧博物馆的初级形式; 人工智能时代, 人类向着智能化迈进, 博物馆也朝着智慧化的高级形式——人工智能博物馆迈进。这些新时代既有明显差异, 又相互依存, 给博物馆发展带来一次次新机遇, 促进博物馆事业不断向前发展。

(一) 国际趋势、国家战略是关键动力

纵观近些年国际社会与科技的发展潮流, 人工智能的发展对人类社会结构产生重大影响, 是人类进入信息社会后继续前行的重要标志, 是国际科技发展的大潮流, 将引领新一轮技术革命。从国内来看, 国家鼓励发展人工智能, 对人工智能技术给予高度重视, 人工智能在国家战略、政府推动之下阔步前行。国际科技形势的发展变化、国家政策的支持为博物馆人工智能的发展提供强大的动力。博物馆的服务不再是被动的灌输式服务, 而是主动的体验式服务, 人工智能在建立博物馆新的服务体系中发挥重要作用。现阶段, 博物馆应该把握人工智能发展的机遇, 借着国际趋势和国家重视的“春风”, 既开展AI+博物馆的实践应用探索, 也加强理论研究, 为博物馆利用人工智能打下坚实的理论基础。

(二) 促进博物馆事业发展是核心支撑

人工智能是技术、是手段, 博物馆利用人工智能是为了促进博物馆发展、提升博物馆服务水平。在博物馆中引进人工智能技术时, 不仅要关注如何服务博物馆、服务社会、满足观众需求, 还应关注人工智能相关理论与方法是否在博物馆学研究和博物馆事业发展中得到充分应用。不仅要充分利用自上而下“国家→人工智能→博物馆”的战略规划, 还应建立自下而上的“博物馆→人工智能→国家”的反馈机制。双向沟通促进博物馆与人工智能技术的深度融合, 充分发挥博物馆服务社会、

服务公众的功能，促进博物馆理论的更新与技术的进步，为博物馆事业的发展注入新的生命力。

（三）人工智能技术发展应用是外在推动因素

第一次工业革命，人类进入蒸汽时代；第二次工业革命，人类进入电气时代；第三次工业革命，人类进入计算机及信息技术时代；以人工智能、机器人、量子通信、生物技术、虚拟现实等前沿技术为代表的第四次工业革命是一场全新的技术革命。每一次技术的进步都给人类社会带来翻天覆地的变化，人工智能技术的发展应用是博物馆技术革新的外在推动因素，为博物馆发展带来新的机遇。百度、腾讯、谷歌、微软、苹果、IBM等互联网企业正在积极推进人工智能技术的研发和与各领域的应用合作，抢占产业发展制高点。人工智能技术在活化博物馆、活化文化遗产方面有着得天独厚的优势，其渗透到文化产业创造、文化传播等各层面，让更多的人了解博物馆，感受文化，探索历史，让博物馆变得更加精彩。

（四）跨学科、跨领域的协作融合是有力保证

人工智能在任何学科、领域的应用，都不可能由单个学科、领域独立完成，都必须以该学科、领域的需求、功能、特征等为导向，协作融合，充分利用人工智能的技术优势，促进学科发展和社会进步。博物馆本就包罗万象，是一个跨科学的领域，保存、陈列、研究、展示着人类珍贵的物质文化遗产和精神文化遗产。博物馆在应用人工智能技术时，要从方法交叉、理解借鉴、问题拉动、文化交融四个层次促进AI+博物馆的发展^[25]，体现AI在博物馆管理与服务领域的地位与优势，及对博物馆建设和发展的价值与意义。

四、结语

人工智能已上升为国际、国家战略，2011年兴起“深度学习”，使AI迎来第三次研发和应用高潮，成为国际竞争的新焦点，也是推动社会经济发展的新引擎。近几年，在全世界范围内，人工智能的理论建设、实践应用、技术创新等迅速推进，各领域从数字化、网络化向智能化不断跨越。“未来10年，不仅仅是高科技领域，任何一个企业，如果不尽早为自己的业务流程引入‘AI+’的先进思维方式，就很容易处于落后的追随者地位。”^[26]新世纪以来，博物馆事业迅速发展，进入智慧博物馆初级阶段，但在人工智能时代到来之后，应该跟上时代步伐，向智慧博物馆的高级形式——人工智能博物馆方向发展，为大众提供智能化服务，对博物馆进行智能化管理，开展智能化的研究、展示、传播工作。

注释

- [1] 陈刚:《从数字博物馆到智慧博物馆的发展趋势与挑战》,《融合·创新·发展——数字博物馆推动文化强国建设——2013年北京数字博物馆研讨会论文集》,中国传媒大学出版社,2014年,第274—280页。
- [2] 宋新潮:《智慧博物馆的体系建设》,《中国文物报》2014年10月17日第5版。
- [3] 陈刚:《从数字博物馆到智慧博物馆的发展趋势与挑战》,《融合·创新·发展——数字博物馆推动文化强国建设——2013年北京数字博物馆研讨会论文集》,中国传媒大学出版社,2014年,第274—280页;宋新潮:《智慧博物馆的体系建设》,《中国文物报》2014年10月17日第5版。
- [4] 云思:《博物馆的“智慧化生存”》,《上海信息化》2016年第3期。
- [5] 刘绍南:《智慧博物馆支撑技术应用探讨》,《首都博物馆论丛(2017年)》,北京燕山出版社,2017年,第366—372页。
- [6] 陈刚:《从数字博物馆到智慧博物馆的发展趋势与挑战》,《融合·创新·发展——数字博物馆推动文化强国建设——2013年北京数字博物馆研讨会论文集》,中国传媒大学出版社,2014年,第274—280页。
- [7] 刘绍南:《智慧博物馆支撑技术应用探讨》,《首都博物馆论丛(2017年)》,北京燕山出版社,2017年,第366—372页。
- [8] 云思:《博物馆的“智慧化生存”》,《上海信息化》2016年第3期。
- [9] 刘光宇、李彦雪:《方兴未艾的智慧博物馆》,《科技智囊》2015年第12期。
- [10] 燕煦:《博物馆智慧服务述略》,《中国文物科学研究》2015年第4期。
- [11] 刘光宇、李彦雪:《方兴未艾的智慧博物馆》,《科技智囊》2015年第12期。
- [12] 海川:《博物馆智慧化路径》,《新经济导刊》2015年第3期。
- [13] 李戈:《国外智慧博物馆是啥样?》,《中国文化报》2014年10月30日第7版。
- [14] 穆頔:《智慧博物馆概念下博物馆与观众的互动研究》,西北大学硕士学位论文,2014年。
- [15] 黄晓斌、吴高:《人工智能时代图书馆的发展机遇与变革趋势》,《图书与情报》2017年第6期。
- [16] 《国务院关于印发〈中国制造2025〉的通知》,中国政府网, http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm。
- [17] 王世伟:《人工智能与图书馆的服务重塑》,《图书与情报》2017年第6期。
- [18] Warwick K. Artificial Intelligence. Taylor & Francis, 2011, pp 13-59.
- [19] 李姣:《人工智能在博物馆文物资源管理方面的应用趋势探讨》,《文博》2019年第2期。
- [20] 温琳、赵争耀:《秦陵博物院携手百度采用人工智能技术“唤醒”秦兵马俑军团》,《三秦都市报》2017年5月19日第A14版。
- [21] 孙亚慧:《瞧!科技让博物馆“潮”起来》,《人民日报海外版》2019年5月18日第8版。
- [22] 《市博物馆首次引进机器人讲解员 推进“文物+科技”创新服务》,金华市文化广电旅游局网站, http://www.jhww.gov.cn/xwzx/201712/t20171207_1795049_1.html。
- [23] 胡梦音:《机器人参与名画修复》,《深圳特区报》2013年7月31日第B02版。
- [24] 《文物鉴定用上人工智能 可辨识80%的伪造艺术品》,阿仪网, <http://www.app17.com/News/infodetail/22525.html>。
- [25] 刘啸霆:《当代跨学科性科学研究的“式”与“法”》,《光明日报》2006年3月28日第12版。
- [26] 李开复、王咏刚:《人工智能》,文化发展出版社,2017年,第232页。