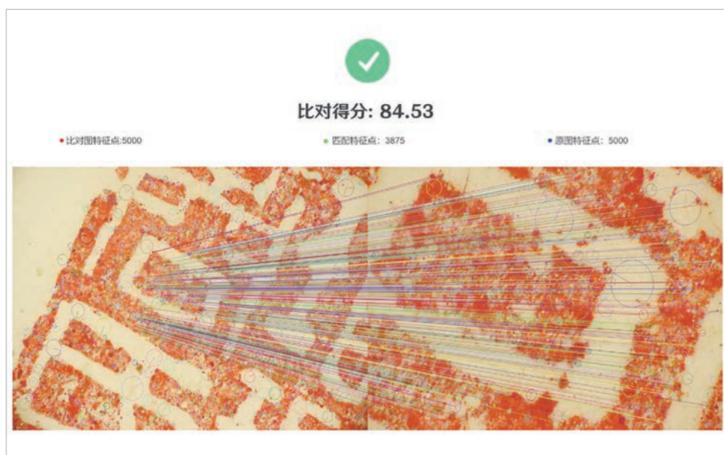


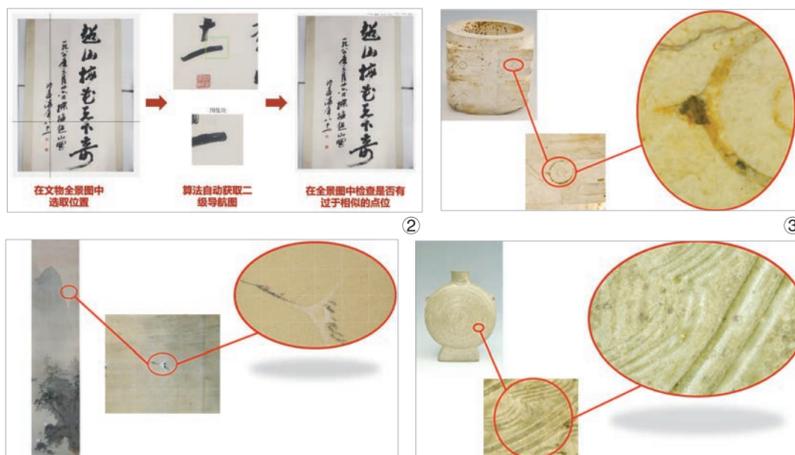
文物指纹：数字技术防范文物调包

——基于文物微痕比对的博物馆藏品管理应用

于秋娜 张苏



①



②

③

④

⑤

⑥



⑦

- ① 比对图
- ② 引导图
- ③ 玉器指纹
- ④ 移动式采集设备
- ⑤ 书画指纹
- ⑥ 瓷器指纹
- ⑦ 工作人员采集文物指纹
- ⑧ 比对图
- ⑨ 流程图1
- ⑩ 流程图2

文物是人类在社会活动中遗留下来的具有历史、艺术、科学价值的遗物和遗迹，是弥足珍贵的文化遗产。随着各种类型博物馆的不断建立和发展，始终与当代科技有着密不可分的关系。要更好地发挥博物馆的作用，必然需要提高其藏品管理水平。与传统的藏品管理方式相比，使用先进的科技来辅助藏品管理，成为越来越多博物馆的选择。

博物馆技术应用的发展趋势

近年来，博物馆藏品管理随着信息技术的发展而不断提升。已经有不少博物馆将数字信息采集、物联网、人工智能、云计算等技术应用于藏品管理，并不断形成技术的迭代更新。目前，各博物馆在普遍加大科技建设力度，其主要体现在以下三个方面：

物联网、RFID技术在藏品管理方面的应用。它主要应用在文物信息采集、文物定位管理、展厅环境监测、安全保卫等方面。如：通过RFID技术给每件藏品附着RFID电子标签，写入唯一的标识码与其藏品信息相对应，并在库房门口安装超高频RFID通道门等设施，用于藏品和人员信息的采集，最终通过应用软件将藏品的出入库、人员的进出等信息加以记录，进行藏品出入库自动识别，动态跟踪记录，实现藏品无接触式智能化。

数字化信息采集应用于文物管理。它包含二维高清数字化图像采集和三维数字化采集两种场景。二维高清图像采集主要应用于图书古籍、画稿文献等文物的唯一性特征痕迹数据保存，三维数字采集主要应用于AR、VR、全息投影技术的文物展示。

以知识库技术为重点，实现博物馆数据的智慧融合。随着数字技术的日益成熟，以数字技术为核心的知识库技术已成为博物馆的重要发展内容，利用多来源信息建立文物知识库，存储藏品描述、微痕图像等信息。

相对而言，物联网、RFID等技术在国内外博物馆中应用更为广泛。虽然在藏品管理、游客服务、智能导览等方面均有应用，但文物微痕比对鉴定、区块链等技术与应用却较少。

国内外博物馆现状

目前，国外某些博物馆藏品管理围绕博物馆社会服务，在技术整合方面比较突出，体现了技术服务于管理和社会服务的价值。如法国巴黎的卢浮宫博物馆在管理上已实现部分藏品的智能管理和可视化运维管理，使其藏品管理维护更直观、高效、智能，实现绿色运营；英国的大英博物馆和荷兰国立博物馆都以文物藏品数据构建了结构化知识图谱体系，通过关联开放数据，实现多语言访问，方便全球观众到访；美国的大都会艺术博物馆开发了统一的综合业务管理系统，方便博物馆更高效地开展相关业务工作，实现资源共享。

近年来，我国的不少大型博物馆已成功将RFID技术应用到藏品管理，将文物藏品和RFID电子标签结合绑定，实现博物馆藏品在科学标识、出入库管理、定位识别查找、定期和不定期的盘点统计、库外流通跟踪、预防性保护和监控等核心管理环节的实时动态应用，藏品信息可查询、流程可追溯、安全可保障，实现文物藏品信息资源在全国可移动普查信息平台相互导入和无缝对接，实现文物的动态管理、清点及信息查询，加强了出入库管理。

现有RFID技术的缺陷

在藏品管理的实际操作中，RFID技术也存在一些难以解决的问题：

一是藏品RFID标签不易安装。由于文物藏品具有不可破坏性，任何可能对藏品造成损坏的行为都不被允许，所以藏品RFID电子标签的安装并不容易。目前应用中的电子标签形式主要有卡片、标签、异型三大类，在实际使用中可根据其不同特点和使用环境，对电子标签进行特殊设计，采取不同的安装形式。然而，由于藏品的种类繁多复杂，形状、质地各不相同，在保障藏品安全的前提下，安装合适的电子标签存在着很大的困难。对于体量较大的陶瓷器、青铜器、玉石器等器物而言，为其设计安装标签相对容易解决，而对于书画、骨器、木器等保存环境要求高，容易造成损伤的藏品来说，安装适宜的标签就困难重重。另外，对于博物馆藏品中的一些体积较小且易损的藏品，如新石器玉珠、玉管、泥质文物等，要安装电子标签，无论是粘贴，还是悬挂都不容易实现。

二是RFID标签的安全问题。在目前的技术条件下，为藏品安装电子标签，多选用悬挂或者粘贴在藏品上的方式，这种方式虽然为藏品配备了电子标签，解决了暂时的问题，但却不能从根本上解决藏品管理和安全问题。究其原因：一是藏品上悬挂或粘贴电子标签，随着时间的推移，电子标签的挂绳会对藏品造成损伤；二是粘贴电子标签的附着剂含有化学成分也会对藏品造成影响，尤其是对于珍贵的史前玉器来说，这些损伤虽然不会在短期内显现，但可能成为长期的隐性伤害；三是RFID标签与藏品的可拆卸、分离，不能完全保证藏品安全。



⑦



⑧

以上表明，如果能做到RFID标签有效地附着在文物表面而又不对其造成伤害，确实是一种非常理想的藏品管理途径。但以目前的技术来看，还无法实现，使这个问题成为一个难点。

文物外借真假难辨的行业痛点

现在文物展品的制造用尽了各种高科技手段，其模仿程度令人震惊，一般人很难分辨真伪。近年来，各博物馆之间的展览交流频繁，文物藏品出借的情况也比较常见。在实际工作中，随着文物藏品的数量增加，流通借调需求增多，文物的信息管理、出入库、借调、盘库等管理流程动作，在流程中易发生管理风险，且难以发现、难以回溯、难以核查遗失对象。同时，人工管理耗时耗力，准确度低，完全依赖库管员凭借经验进行查验识别，文物藏品借用存在“以假换真”的风险，国内已不乏国有博物馆文物藏品被调包的真实案例。因此，文物借出归还，亟需在出入库时做客观科学的同一性比对鉴定，但目前还缺乏此类场景智能化的工具和设备。在这种情况下，“文物指纹——基于文物微痕比对的博物馆藏品管理应用”项目应运而生。

“文物指纹”项目概述

人类的指纹因具有唯一性而被作为身份验证的标志。采用特定设备采集的文物局部特征，在放大至一定的倍数之下，其特征点较为明显，这些特征点可形成类似人类指纹的“文物指纹”，对“文物指纹”进行比对即可得出是否为同一件文物。“文物指纹”项目被列为浙江省文物局数字化改革“揭榜挂帅”试点子项目，围绕数字化改革“1612”体系架构，响应数字文化赛道下文物安全监管机制改革、资源传承利用改革、文化遗产数字化保护改革目标，建立包含服务端、治理端在内的统一平台，形成“文物指纹”藏品管理制度、采集验证标准、出借流程等行业标准，建设包含微痕鉴定、藏品盘库、藏品溯源、特种设备研发等业务在内的“文物指纹”管理应用，由杭州市临平博物馆（中国江南水乡文化博物馆）研发执行。

杭州市临平博物馆文物藏品基本情况

杭州市临平博物馆（中国江南水乡文化博物馆）是一座综合性博物馆，为国内首家以文化地理区为范围组织展陈的博物馆，于2003年建成并对外开放，现为国家二级博物馆。馆藏文物2.5万件（套），藏品总数虽不能比肩大型博物馆，但文物种类涵盖陶器、瓷器、铜器、铁器、书画、玉器、石器、骨器、金器、银器、杂器11个门类。馆藏文物以新石器时代良渚文化玉器精品、汉六朝瓷器、浙海派书画为主要特色。藏品数量虽不多却种类丰富，在中小型博物馆中具有一定的代表性。2019年起，博物馆闭馆改扩建，历时三年，于2022年5月正式试运营。博物馆库房位于地下一层，改造前有两个库房，面积为500平方米，除精品库外各类材质文物混合存放在一起；改造后，面积扩充为1200平方米，库房数量由原来的两个增加为陶瓷库、民俗库、精品库、临时中转库4个。

由于区县级博物馆藏品管理工作普遍存在专业人员严重缺乏、管理方式落后等问题，一方面受限于不同文物的材料形态、材质各异，未有合适的批量数字化操作方式；另一方面对各类文物的管控要求不同，导致文物管理并未具备数字化的文物盘库能力。目前仍采用传统人工方式逐件盘库，藏品管理效率低下。馆藏文物外借次数较多，“良渚文化玉器精品展”“浙派、海派书画精品展”为博物馆对外推出的两个常设巡展，

赴北京、陕西、内蒙古、甘肃、云南以及我国香港和台湾等地，累计展出25次。

“文物指纹”项目内容

“文物指纹”项目基于图像指纹提取技术、指纹相似度计算方法、大数据技术、密码学、点对点网络等技术，开发包含“文物指纹”系统、藏品基础数据管理系统、文物流通溯源存证系统、文物大脑、图像服务平台、区块链基础服务平台在内的基于文物微痕比对的博物馆藏品管理应用。

“文物指纹”藏品应用分辨真伪。“文物指纹”藏品应用通过专业设备，采集文物表面精确到材料级别的微痕特征作为其唯一特征。目前视觉图像比对技术，在经过定向训练后，通过对文物微痕痕迹的判断比对，可以秒级判断是否为之前已记录微痕的文物，精确度可达商用水平。利用该技术并采集各类文物样本数据，即可训练并建设文物的验证比对系统，可满足文物的快速验证需求，对出库的文物进行微痕记录，并在文物入库前确认验证是否为对应文物，实现文物出入库验证的智能化、数字化。

“文物指纹”信息采集设备研发。项目研发两种专门设备，一个是用于博物馆内部的固定式设备，具备较好的空间使用条件，以采集点位精准、图像高质量、标记准确、容易操作为诉求；另一个设备用于文物外部巡展等博物馆外部场景的使用需求，设备以轻巧可携带、采集图像操作简便为诉求。特种设备硬件由CCD摄像机、单筒显微镜、单筒微调显微镜支架、同轴光源、文物定位板、可触摸平板等组件一体组成。设备软件包括：指引单元、图像采集单元、传输单元、特征提取单元、特征比对单元、数据处理单元、存证溯源单元组成。

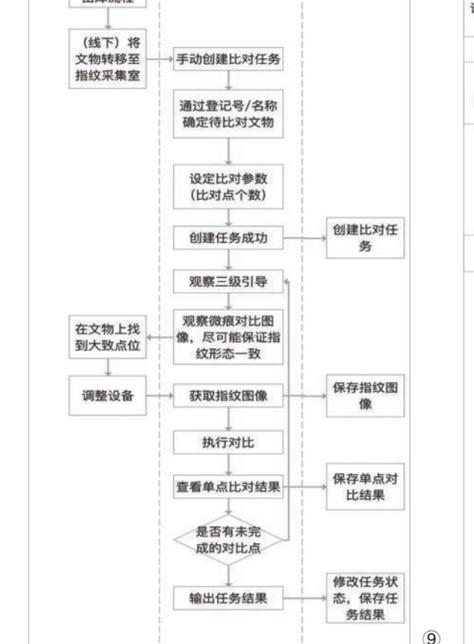
RFID文物库房盘库系统高效管理。结合RFID技术，对于未产生进出库记录的文物进行快速盘库，提高藏品管理效率。

区块链技术真实溯源。面对文物在部分环节数据缺失，且存在被人为篡改的可能，事后责任追溯难情况。通过区块链技术对文物管理流程进行监督，可以解决造假、篡改的问题。

藏品大脑跨跨协同。藏品大脑是“文物指纹”系统的基础设施，核心功能是数据归集与数据处理，通过多种收集方式，实现数据的筛选、加工、整合与计算，以积累的大量文物数据为依托，为政务应用提供统一的业务数据查询服务，支持多跨协同。

“文物指纹”的创新性

按照博物馆实际需求，研发适用于多种文物的指纹采集特种设备；建立《文物指纹采集规范》和《文物指纹验证规程》的评价指标体系；将“文物指纹”技术与RFID技术结合，建立了“文物指纹”藏品管理系统和配套的管理模式；训练出国内第一套专用于文物微痕特征比对场景的AI图像比对算法；建立以“文物指纹”为基础的数字化资源库，实现资源共享，最大限度地实现数字化服务水平；搭建文物微痕知识库体系，通过科技手段赋能博物馆库管员，提升文物保护工作效率并极大



⑨

保障了文物安全。

“文物指纹”的针对性

一是文物真假难辨的行业痛点。在微观领域中，文物的特征点较为明显，因而可提取采集“文物指纹”，解决真假难辨问题。

二是文物信息真实准确问题。采用区块链技术避免文物数据库记录的数据发生篡改。采集的数据和比对结果，都将通过区块链技术来存证和溯源，保证信息真实准确，减少库管员在藏品回收时发生失误，避免发生重大事故。

“文物指纹”的实用性

一是方便高效的微痕采集和比对装置。采用先进的光电数码显微技术，研制观察和记录文物藏品局部特征的光电数码文物微痕采集和比对装置，使鉴定者不仅能够看到器物表面及表层极其细微的痕迹，而且还可以记录下来与“标准”痕迹进行比照，通过AI算法提取若干特征点进行对比计算，从而得出更为准确的结论。

二是建立“文物指纹”采集和比对标准、沉淀“文物指纹”知识库。编制“文物指纹”《采集规范》《验证规程》，应用到“文物指纹”藏品管理体系，填补文物收藏微痕鉴定领域空白。

三是研究适用于文物局部特征比对的AI图像比对算法。对比采用不同算法进行比对的实验结果以及对不同类型的文物图像进行比对的实验，证明其算法的有效性和稳定性。

四是探索“文物指纹”与RFID技术一体化的藏品管理系统。基于RFID技术和“文物指纹”技术，针对性设计包含藏品管理、检索统计、影像管理、流通管理、智能监控、修复保护、系统维护在内的藏品管理系统。

“文物指纹”阶段性成果

“文物指纹”项目于今年下半年开始实施，预计2023年底前完成。目前，已完成建设方案编制、后台系统搭建、文物大脑初步构架、固定式硬件设备研发及升级、移动式设备研发，以及完成200件（套）文物信息采集，录入1700个文物指纹。

“文物指纹”发展前景

当下，无论是文物借展、日常藏品管理，还是其他场景，都需要确认文物是否被伪造替换。“文物指纹”数字化采集将成为当代博物馆藏品管理的一项重要内容。通过便携显微设备，组合人工智能算法，将出库文物的“微痕”进行记录，与入库文物的“微痕”进行比对，实现入库文物的快速识别，可大幅提升入库文物的认定速度与准确率。本项目所研发的关键设备与系统，将颠覆传统的藏品管理模式，大大提高工作人员在藏品确认与流通过程中的效率；有效降低文物被替换的潜在风险。该项目研究基于区块链、大数据、人工智能等新一代信息技术在文物保护、交易流通、艺术品金融化等场景的应用，将有效支撑国有博物馆、文物商店、拍卖行等从事文物与艺术品管理、研究、经营等工作，对于提升藏品数字化管理水平、效率和质量，构建智慧博物馆创新发展模式，具有重要的科学价值。

⑩