

缮其器 固其常

——辽宁省燕州城山城出土铁质文物保护修复实践与创新

王贺

燕州城山城遗址出土276件铁器获专业修复

燕州城山城遗址位于辽宁省灯塔市西大窑镇城门口村东的石城山上，是东晋元兴二年（公元403年）后建造的，该城原名白岩城，唐代改称岩州城，俗称燕州城。燕州城山城遗址自发掘以来累计出土铁质文物超过2600件，数量多、器物种类丰富，为开展边疆地区各历史时期的冶金史、军事史研究提供了重要的实物资料，具有重要历史价值和学术价值。

项目挑选了276件该山城遗址出土的代表性铁质文物，申请了国家文物保护专项资金，经辽宁省文物局批复，开展了保护修复工作。为提升项目科学研究水平，培养专业人才，该项目还参与了“十三五”国家重点研发计划，开展了东北地区出土部分铁质文物综合病害防治的应用示范工作，为推动脆弱铁质文物保护技术推广、促进行业进步贡献力量。

科技全程护航 为铁器保护提供“精准方案”

燕州城山城遗址出土铁器病害较为典型，大部分铁器腐蚀严重，锈体疏松、体积膨胀或脆裂成片块状，表面普遍存在泥土和白色、淡黄色沉积物。大部分铁器表面可见红褐色的干燥液滴泡状锈蚀——这是含有氯化物的铁质文物在高温湿度环境下的典型腐蚀特征之一。

保护修复前，监测了铁器原保存环境一年的温湿度数据，为探究病害成因提供基础数据。同时利用多种现代科学分析检测手段对铁器病害状况进行了综合评估，如紫外荧光摄影（UVL）、X光探伤、广域X射线荧光扫描成像分析（MA-XRF）、X射线衍射分析（XRD）、显微共聚焦激光拉曼光谱分析（RAM）以及离子色谱分析（IC）等方法，全面反映了这批铁器的腐蚀情况和埋藏环境信息，为后续保护修复技术路线的选择、效果评估等工作提供了“科学导航”，也明确了修复的核心——对不稳定病害进行综合治理。

按照病害认知和保存状况评估，将铁器分为三种类型，根据不同病害类型的铁器，修复团队“对症下药”。整体保护修复过程中，着重文物本体的真实性、完整性，并重点关注脆弱铁质文物保护的关键技术，即脱盐、缓蚀、封护等“稳定”技术。保护修复过程规范严谨，材料与工艺选择合理，修复实施体现了较高的科学性，取得了预期保护修复目标；保护修复报告、档案等资料齐全、规范，同时注重做好保护修复后文物的预防性保护工作，对全部铁器设计了专门的文物保护装具。



亮点突出 创新技术让文物“稳”下来

在保护修复中，“科学引领、因病施治”是贯穿始终的原则。针对铁器普遍存在的突出病害，团队将重点放在“稳定”处理上，主次分明、成效显著。从前期液滴状、针状锈蚀（β-FeOOH）形成机理的研究中，团队也引发了对考古出土铁器保护标准化流程的思考，为未来现场保护策略的优化提供了思路。

值得关注的是，部分铁器还参与了国家重点研发计划“馆藏脆弱铁质文物劣化机理及保护关键技术研究”项目课题5“馆藏脆弱铁质文物综合病害防治技术规程研发和示范”的应用示范工作。修复中采用了项目组研发的超微气泡低氧脱盐技术设备、复配儿茶素缓蚀材料、改性氧化石墨烯基-B72封护材料，并对上述铁器的保护修复效果开展全流程的科学评估。通过全流程科学评估证实，这些新设备、新技术、新材料的应用，显著提升了脆弱铁质文物的稳定性，保护效果良好，为后续大规模开展铁器保护提供了宝贵经验。

修复成果多元发力 彰显文物社会价值

项目工作为正在进行的燕州城山城考古发掘报告的资料整理与综合研究提供了安全稳定的实物支撑。这些修复后的文物还将成为辽宁省新筹建的辽宁考古博物馆的“生力军”，作为该馆打造“小而精”的考古研学交流中心的重要展品，将充分发挥其在文化传播、公众教育中的社会价值，让更多人感受历史文物的魅力与温度。

（作者单位：辽宁省文物考古研究院）

“少小离家老大回，乡音无改鬓毛衰。”乡音承载着地域记忆与文化基因，蕴藏于地方戏曲的唱腔、街巷邻里的问候之中。然而，受语言环境变迁、传承方式单一等因素影响，方言体系的复杂性与活态传承的依赖性，使其面临着逐渐式微的困境。传统方言保护多依赖人工记录与学术研究，效率低下，所留存的录音资料也往往沦为静态标本，难以实现动态传承。在科技浪潮的推动下，人工智能凭借数据解析与自主学习能力，为方言的精准解读、系统保存与创新应用开辟了全新路径。

方言保护的核心前提是海量、优质的语料数据积累，这也是传统保护模式遇到的瓶颈。借助数字化工具的轻量化设计，全民参与的方言数据采集新生态正在形成。通过便捷易用的线上采集渠道，用户可轻松提交方言语音样本，平台通过合理的激励机制与社交传播模式，激发公众参与热情，让方言采集从专业领域走向全民行动。这种“低成本、高裂变”的采集模式，有效打破地域与专业壁垒，累计汇聚海量方言语音数据，覆盖我国主流方言区，为方言的数字化保护奠定了坚实的数据源基础。同时，整合学术研究、产业信息、保护课程等资源的线上平台，进一步打通了信息交流渠道，让方言保护相关资源实现共享互通。

方言的语言学研究是技术应用的基础，其核心在于厘清方言的语音结构、句法规则、音变规律以及与主流语言的对应关系。针对文字规范缺失、口语主导、使用者有限等不同类型的方言特性，科研力量聚焦核心技术攻坚，构建起方言识别、合成、翻译三大AI系统，为方言保护提供了全方位的技术支撑。在识别技术方面，依托先进的语音大模型，利用其强大的泛化能力与真实用户语音数据，持续优化方言语音的处理与推理精度，实现对复杂方言语音的精准识别；在合成技术上，融合机器学习深度算法与方言语言学研究成果，系统性还原方言特有的语音语调与表达习惯，构建高性能的方言语音合成系统；在翻译技术领域，基于神经机器翻译原理，通过多源知识融合与迁移学习训练，显著提升方言与普通话之间转换的准确性，打破方言交流的语言障碍。

依托智能语音等AI领域的积累，讯飞输入法于2017年发起“方言保护计划”，以“AI+公益”推动方言保护。该计划将专业语言资源保护转化为全民可参与的公益行动，构建了一套系统化的方言保护机制，推动方言保护从“抢救式记录”转向“活态化传承”。

该计划在技术层面，通过智能语音技术，突破采集数据瓶颈，并研发识别、合成、翻译三大AI系统，实现方言的完整复制，还构建起含视图层、应用层等六层构架的技术平台，有效推动方言资源的系统化、数字化保存。在传播层面，通过线上线下联动，提升公众对方言保护的认知度和参与度。作为核心成果，数字化的“中国方言库”不仅为语言复制与研究提供了重要基础，更是实现了方言真正意义上的完整记录与永久留存，使方言文化得以超越个体使用的局限，实现可持续传承。由此，一个集采集、研究、应用于一体的方言保护公共服务平台已初具规模。AI正为传统方言注入新的生命力，不仅守护了珍贵的乡音，

AI科技赋能乡音传承

打造数字化『方言基因库』

汪宣伯 项扬

汪宣伯 项扬

汪宣伯 项扬

汪宣伯 项扬

汪宣伯 项扬

汪宣伯 项扬

汪宣伯 项扬

汪宣伯 项扬

更激活了其当代价值。

技术的突破最终要服务于文化传承的实践，AI技术正推动方言保护从“抢救式记录”向“数字化活化”跨越。依托数字化方言库的建立，目前已有上百种方言实现了语音识别，数十种方言完成语音合成系统构建，部分代表性方言的翻译系统也已投入应用。这些技术成果通过普惠性的公共服务向社会开放，让不同年龄段、不同技术背景的公众都能便捷使用方言数字化工具，有效跨越了方言保护中的“数字鸿沟”。

在场景创新与文化联动方面，AI技术与文博机构、文化单位的深度合作，让方言以更具沉浸感的形式走进公共文化空间。2024年12月，相关单位联合重庆中国三峡博物馆等多家机构共同举办《听见，看见：汉字里的中国文化展》，作为业界首个兼具汉字字形演变和汉语发音变化的特色展览，成功将方言保护的技术成果与AI创新应用转化为可感知、可互动的观展体验。展览特别打造了包含方言在内的声音展品近70种（段），并创意设置《旅夜书怀》《多彩方音》等AI语音互动环节，让观众在“听”与“说”的双向互动中，直观感受方言独特的音韵之美，实现了传统文化与现代科技的生动交融。此外，系列AI方言公益短片的推出，通过技术赋能地方方言，唤醒了大众对本土文化基因的认同；方言主题线上提名活动更是吸引数百万网友关注参与，将地方特色词汇转化为数字化互动产品，让方言从“被讨论”走向“被使用”，开创了传统文化融入数字生活的新范式。

方言作为承载地域情感与文化基因的“活化石”，其保护与传承关乎文化多样性的存续与民族精神家园的守护。人工智能技术以数据为基、以创新为翼，为中华方言文化的永续发展提供了强大动力，不仅实现了方言的系统化保存与数字化永生，更通过与文博机构、文化单位的跨界合作，推动其从私人记忆走向公共空间，从文化传承迈向创新发展。随着技术的不断成熟与应用场景的持续拓展，相信在科技的助力下，更多古老乡音将重新焕发活力，在博物馆、校园、数字平台等多元空间中回响，让中华优秀传统文化的根脉得以绵延。这正是科技赋能人文、守护文化多样性的生动诠释，也是共建精神家园的必然选择。



基于AI智能语音的方言保护公共服务平台场景化应用

“古特提斯洋精灵——中国三叠纪海洋爬行动物”澳门巡展回顾

胡瑾 邱青

古生物化石是研究地球生命演化历程与古地理环境变迁的重要实证。三叠纪作为承前启后的关键地质时期，经历了生物大灭绝后的复苏与辐射演化，其保存的化石为揭示生命复苏模式、理解关键演化事件提供了珍贵窗口。中国贵州是全球三叠纪地层与古生物资源最为丰富、集中的区域之一，其保存的海洋爬行动物化石以完整性与独特性享誉世界。依托丰硕的研究成果，贵州省地质博物馆精心策划了“古特提斯洋精灵——中国三叠纪海洋爬行动物”专题展览。该展览系统梳理了三叠纪时期的全球古地理环境与生物面貌，深入浅出地阐释了爬行动物从陆地重返海洋这一重大演化事件，揭示了这些“古特提斯洋精灵”独特的生理结构与生存策略，生动重现了距今约2.35亿年前古特提斯洋的繁荣生态图景。展览于2025年4月28日至9月8日成功在澳门科学馆展出，反响热烈。

展览内容：以化石为证，再现三叠纪海洋生态体系

贵州三叠系沉积岩类发育，层序完整，序列连续，化石门类丰富，其独特的地质背景与完美的化石埋藏，使其成为国际三叠纪研究的热点区域。在当时位于古特提斯洋东岸的这片水域，生活着鱼龙、鳍龙、海龙、楯齿龙等多种海洋爬行动物，它们可以称得上是恐龙的远亲。因此，贵州被誉为三叠纪古生物的“世界级宝库”，尤以三大标志性生物群闻名：盘县生物群（最古老的中三叠世海生脊椎动物群之一，填补了海洋爬行动物早期演化的空白）、兴义动物群（以亚洲最早发现的海洋爬行动物——胡氏贵州龙为特色）以及关岭生物群（以大型鱼龙、丰富的海百合及最原始的龟类化石著称）。

本次展览以三叠纪海洋爬行动物类群为叙事主线，巧妙融合严谨的科学内容与生动的动漫叙事，全景式呈现了古地理环境变迁、生物演化特征、化石发现历程以及保护利用理念。展览共精选42件（套）珍贵化石和5件古生物骨骼科学复原模型，时代跨度覆盖早、中、晚三叠世，系统展示了湖北郢县、巢湖鱼龙、胡氏贵州龙、盘县混鱼龙、郧氏贵州鱼龙、梁氏关岭鱼龙等代表性物种，清晰勾勒出不同时期海洋爬行动物为适应水生生活而演化出的多样形态。展品类别涵盖鱼类、鳍龙类、海龙类、龟鳖类、海生原龙等脊椎动物，以及虾、鲎、

海百合等无脊椎动物，共同构建出一个完整的古海洋生态系统。此外，梁氏关岭鱼龙、长颈龙等3D打印复原骨架模型，直观揭示了这些生物的内部结构特征。

展览内容划分为四个单元：第一单元“古海家园”：聚焦三叠纪时期的古地理格局，以古特提斯洋为核心，复原其海洋环境与栖息其中的各类爬行动物，并阐释板块运动如何塑造了这片孕育繁盛生命的远古海洋。第二单元“鱼龙族群”：重点展示鱼龙超目的演化历程。通过对比湖北鳄目与鱼龙超目的化石及精细线稿，从身体流线型、四肢转化为鳍状、头骨结构、尾部形态、牙齿特化、眼睛适应性及生殖方式等七大方面，解析它们为适应海洋生活形成的趋同演化特征。第三单元“海怪奇踪”：引领观众深入三叠纪浅海世界，依次呈现鳍龙、楯齿龙、海龙、海生原龙与龟鳖类五大类群，详细阐述其形态差异与生态位分化，构建出复杂而有序的海洋爬行动物生态网络。第四单元“重获新生”：结合贵州三叠纪化石的发现与研究历史，延伸介绍共生的鱼类、无脊椎动物等，并传递古生物遗产保护、人与自然和谐共生及可持续利用的现代科学理念。

展览创新性地塑造了以晚三叠世郧氏贵州鱼龙为原型的动漫角色“贵贵”，以其穿越时空的冒险故事贯穿始终。在扎实科研支撑下，融合贵州三十年来三叠纪研究精华，通过趣味漫画形式，将复杂的古生物知识转化为生动可感的故事，成功构建了一个寓教于乐的“三叠纪宇宙”。

形式设计：景境交融，构建沉浸式史前世界

展览在形式设计上追求科学本真与艺术表达的融合，以“景境交融”为理念，结合实体展品、场景复原与数字技术，营造出引人入胜的沉浸式观展体验。在空间布局上，整体以深邃的“海洋蓝”为主色调，通过精心设计的展合、展柜与流线型空间分割，将展厅转化为一个连贯的沉浸式海洋空间。各展区既相对独立，又通过统一的视觉风格和流畅的参观动线紧密相连。

在情境营造上，运用流动的水纹灯光投影，模拟海底波光粼粼的视觉效果，配合背景海洋环境音效与悬挂的巨幅远古海洋生态场景画，共同烘托出神秘恢弘的史前氛围，使观众

仿佛置身于亿万年前的古老海洋。

在内容展示上，注重视觉美学与信息层级的结合。针对不同的内容选用差异化的字体与色彩进行区分，使版面既清晰易读又富有设计感。采用图文展板与互动触摸屏相结合的方式，系统阐释生命演化的关键节点，兼顾科学深度与传播通俗性。

在展品陈设上，实施差异化布展策略。对于珍贵化石，进行高低错落、疏密有致的立体布局，结合微缩场景还原其生态意境；对3D打印骨架模型采用艺术化悬空吊装，并利用聚焦灯光突出其关键解剖特征。这种陈设方式既强化了核心展品的视觉吸引力，又保证了整体展览叙事的逻辑性与艺术感染力，有效激发了观众的探索兴趣。

宣传教育：聚焦主题，打造多元融合教育服务

展览围绕古生物科普普及核心，设计并实施了一套覆盖线上线下的多元化、互动式宣传教育体系，有效拓展了展览的教育辐射力与社会影响力。

线上宣传多维展开：以贵州省地质博物馆和澳门科学馆的官方网站、微信公众号、小红书等新媒体平台为矩阵，持续推出形式多样的科普内容。例如，澳门科学馆开发的微信小游戏“古特提斯洋精灵特工队”，通过趣味互动传递知识；贵州省地质博物馆策划的“古特提斯洋精灵访谈”系列科普短文，以拟人化手法讲述化石故事。同时，积极与人民网、新华网、贵州日报等主流媒体合作，累计发布专题报道20余篇，提升了展览的公众知晓度。

线下活动精彩纷呈：澳门科学馆在展期内针对不同受众，精心策划了七大主题课程与活动，累计吸引上万名公众参与。戏剧式导览《化石猎人——玛丽·安宁》通过专业演员现场演绎，生动重现19世纪古生物学家玛丽·安宁的考古发现历程，将地质分层、板块运动、化石知识有机融入剧情，让观众在沉浸式观展中学习科学方法与精神。针对公众及亲子家庭，推出“古特提斯洋精灵”活动营、夜游澳门科学馆、古生物探险家——LEGO®化石实验室等，注重游戏化、故事性体验；针对学校团体，开发“学生科技教育普及计划——化石寻踪”课程，内容衔接本地教学大纲，融入生物分类、地质学知识及实践操作，深化课外学



《化石猎人——玛丽·安宁》戏剧式导览活动



沉浸式展区空间

习。此外，贵州省地质博物馆的古生物专家不仅为展览提供学术支撑，还亲赴澳门参与科普讲座与研学授课，并为澳门科学馆的讲解员与志愿者团队提供专业培训，保障了导赏服务的科学深度。

多维衍生：数字融合与文创延伸

为突破实体展览的时空限制，两馆协同利用数字化手段与文创开发，延伸展览价值与体验。在数字化创新方面，贵州省地质博物馆在策展前期便对重点化石进行三维扫描与建模，制作了系列高清复原动画，动态演示鱼龙、鳍龙等动物的游动姿态与生活场景。展览中设置了《化石是怎样形成的》互动动画、第一人称视角科普短片《海百合进食》以及多个生物群介绍视频。澳门科学馆则特别打造了VR体验区，观众可佩戴设备“潜入”古特提斯洋，进行虚拟化石发掘与修复，亲身感受古生物学家的工作。

围绕展览核心IP，两馆联合开发了涵盖



VR体验区



梁氏关岭鱼龙化石

纪念章、创意冰箱贴、古生物形象手办、毛绒玩具、科普盖章本等7大品类的系列文创产品。这些产品将严谨的科学形象转化为可爱可亲的日常伴侣，让古生物知识以更轻松的方式融入公众生活，成为展览记忆的实体延续。

“古特提斯洋精灵”特展不仅是一次古生物化石的展示，更是一场跨越2.35亿年的时空对话。自2022年启动巡展以来，展览已先后在国家自然博物馆、天津自然博物馆、澳门科学馆等多地巡回展出，并逐步打磨成为一项具有全国影响力的科普品牌项目。贵州省地质博物馆在每次巡展中持续收集反馈，优化升级，使展览叙事日益精进。如今，它已从普及地学知识的实践，升华为展示贵州自然资源宝藏、促进跨地域文化交流、增强文化软实力的靓丽名片。未来，贵州省地质博物馆将继续深耕其丰富的古生物资源，通过科研、保护、展示与科普的有机结合，让珍贵的地质遗产持续焕发活力，为提升公众科学素养、传播生态文明理念贡献更多力量。

（作者单位：贵州省地质博物馆）