

INTRODUCTION TO
ARCHAEOLOGICAL SCIENCES IN CHINA

中国科技考古导论

袁靖 ©著

 復旦大學 出版社

前 言

自 20 世纪 50 年代碳十四测定年代技术应用于考古学开始,几十年来,多种自然科学相关学科的方法和技术被引入考古学,应用自然科学相关学科的方法和技术开展的考古学研究被称为科技考古。夏鼐先生当年在《碳-14 测定年代和中国史前考古学》一文中指出,碳十四测定年代技术在考古学中的应用,推动全世界的史前考古进入了一个新的时代。我们欣喜地看到,随着科技考古的深入推进,这个新时代已经不局限于碳十四测定年代的应用,其涉及的领域越来越广泛,包含的内容也越来越丰富。比如,由碳十四测定年代、确定考古学文化类型的绝对年代拓展到研究古人生存的自然环境,认识当时的地貌水文、动植物资源,探讨古人是在怎样的自然环境中生存发展的;再拓展到认识人的形态特征、体质状况和食物结构,把这些认识与考古学的文化类型和社会状况结合到一起,探讨人类自身的发展过程;再进一步拓展到认识古人的生业状况、把握由采集狩猎到农耕饲养的发展过程,认识石器、陶器、金属器的质地和制作工艺,研究手工业的发展状况,探讨生产力和生产关系、经济基础和上层建筑的相互关系等。这些科技考古研究极大地丰富了我们对于古代历史的实证性认识,也把我们对于古代社会的研究不断推向深入。当前需要强调的是,随着古 DNA 高通量测序技术的建立和全基因组分析手段的建立和推广,我们对于古代人类和动物的认识更为全面,对于个体的把握更为精准,而新的认识对于探讨众多考古学文化类型发展演变的实质、把握古代人群之间交流的脉络、研究亲缘关系、界定社会形态、分析各种家养动

物的驯化过程,意义重大。上述的全部认识正在创新性地再现古代历史,填补多项空白,对以往的理论和方法进行全方位的补充和完善。可以这样认为,当年考古地层学和类型学的建立,为确立考古学科奠定了坚实的基础,如今科技考古各个研究领域的确立和完善,正在全面丰富、充实和拓展考古学的研究思路、研究方法和研究内容,推动考古学研究进入一个崭新的时代,这是一个前所未有的学科发展进程。

本书正是为了迎接中国科技考古蓬勃发展的新时代而撰写的。我从理论上详细阐述了科技考古在中国考古学中的可行性和必要性,通过凝练考古勘探、年代测定、同位素分析、古DNA分析、残留物分析、环境考古、人骨考古、动物考古、植物考古、冶金考古、陶瓷器科技考古、玉石器科技考古等领域的大量研究成果,全面展示了科技考古从整体上拓展考古学研究范围、深化考古学研究的内容、提高考古学研究的科学性、提升考古学研究的历史科学价值。从理论和实践上建立科技考古体系,对于进一步做好科技考古研究,推动中国考古学在21世纪全面、深入地发展,助力中国考古学走向世界,具有十分重要的意义。我在书中还分别对科技考古各个领域未来的发展思路和方法进行了探讨,对如何深入做好科技考古研究作了全方位的理论思考,展示了中国科技考古发展的极为广阔的前景。

近年来,国内已经出版了5本科技考古方面的专著。与那5本专著相比,本书的独创之处有4点:一是研究领域齐全和充实,当今中国科技考古研究中涉及的主要方面在本书中均有详细论述,内容涉及每个研究领域的目标、思路、方法和实践,便于读者全面认识中国的科技考古。二是以考古学研究的目的是目标,把具体的考古学问题作为导向,对数十年来中国科技考古各个领域的大量研究成果分门别类做了系统的归纳和论述,突出重点和亮点,帮助读者通过众多实例认识科技考古在中国考古学中的重要地位。三是每章都有“思考”这部分内容,在肯定研究成果的基础上,提出中国科技考古各个领域今后需要努力开拓和完善的科学思路和具体措施,进一步展示科技考古的重要学术价值及未来发展的巨大空间。四是以我们完成的河南省偃师市二里头遗址的科技考古研究为实例,科学、全面地建构起在中华文明早期发展的核心地区,包括时间框架、自然环境状况、人的体质状况、农业和手工业状况的历史,这是国内迄今为止聚焦单个遗址的最为前沿和最为齐全的科技

考古研究成果,不但填补了诸多古代文献记载和考古研究的空白,而且全方位地展示了科技考古在具体遗址研究乃至考古学整体研究中的重要作用,引领了学科发展的方向。

希望本书能够为中国科技考古的蓬勃发展做出贡献。相信在研究人员的共同努力下,科技考古必将在推动中国考古学迅猛发展的进程中发挥自己的积极作用,必将为中国考古学走向世界贡献自己的重要力量。

目 录

001	前言
001	第一章 绪论
001	第一节 科技考古的定义
005	第二节 科技考古简史
011	第三节 科技考古的可行性和必要性
016	第二章 遥感考古与物探考古
016	第一节 原理和方法
020	第二节 研究与思考
026	第三章 测定年代
026	第一节 原理和方法
034	第二节 研究与思考
043	第四章 古 DNA 研究
043	第一节 原理和方法
046	第二节 研究与思考

055	第五章 同位素分析
055	第一节 原理和方法
059	第二节 研究与思考
067	第六章 有机残留物分析
067	第一节 原理和方法
073	第二节 研究与思考
080	第七章 环境考古
080	第一节 概述和方法
082	第二节 研究与思考
099	第八章 人骨考古
099	第一节 概述和方法
100	第二节 研究与思考
118	第九章 动物考古
118	第一节 概述和方法
120	第二节 研究与思考
134	第十章 植物考古
134	第一节 概述和方法
138	第二节 研究与思考
153	第十一章 冶金考古
153	第一节 概述和方法
157	第二节 研究与思考
180	第十二章 陶瓷器科技考古
180	第一节 概述和方法

183	第二节 研究与思考
201	第十三章 玉石器科技考古
201	第一节 概述和方法
204	第二节 研究与思考
212	第十四章 二里头遗址的科技考古研究
212	第一节 概述和方法
214	第二节 研究与思考
229	参考文献
250	后记

图 目

- 018 图 2-1 正植被标志和负植被标志示意图
- 024 图 2-2 青海省民和县喇家遗址窖穴
- 030 图 3-1 浙江省杭州市良渚遗址炭化植物的碳十四年代测定
- 032 图 3-2 建立树木年轮年表的示意图
- 046 图 4-1 DNA 实验室的 DNA 提取区
- 052 图 4-2 中国绵羊线粒体 DNA 系统发育树
- 063 图 5-1 山西省襄汾县陶寺遗址出土家养动物¹³C 和¹⁵N 散点图
- 065 图 5-2 河南省偃师市二里头遗址出土的动物牙釉质的锶同位素比值图
- 074 图 6-1 新疆维吾尔自治区罗布泊地区小河墓地 M11 出土奶酪及质谱分析图
- 088 图 7-1 双泊河流域的现代地貌分区及新石器时代聚落分布示意图
- 092 图 7-2 晚更新世以来颍河河流地貌演变的过程
- 103 图 8-1 古中原类型(河南省灵宝市西坡墓地出土)
- 114 图 8-2 变形头骨(辽宁省建平县牛河梁遗址出土)
- 128 图 9-1 河南省柘城县山台寺遗址出土的黄牛骨架
- 130 图 9-2 河南省安阳市殷墟遗址制骨作坊骨笄制作模式图

- 140 图 10-1 古代与现代淀粉粒比较图
- 142 图 10-2 五谷
- 147 图 10-3 现代粟和黍的植硅体比较图
- 149 图 10-4 陕西省西安市汉代渭河桥的桥桩(树种为桢楠属)
切片
- 154 图 11-1 青铜器制作技术研究工作流程图
- 156 图 11-2 范铸青铜器的制作流程图
- 188 图 12-1 陶器制作工艺流程图
- 193 图 12-2 湖北省随州市叶家山墓地出土原始瓷釉显微照片
- 208 图 13-1 玉器微痕比较图

第一章

绪论

内容 提要

科技考古从属于考古学,它以考古学研究为思路,以考古学的问题为导向,应用自然科学等相关学科的方法与技术,对考古遗址及出土的遗迹和遗物开展专门研究,拓展、深化考古学研究的视角、领域和内容,全面提升考古学研究的学术价值。

第一节 科技考古的定义

考古学是通过田野考古工作获取研究资料,以各种遗迹和遗物的形态、性质作为切入点开展研究,探讨人类社会的发展历史。不同于其他人文社会学科,考古学与物理学、化学、生物学、地球科学、农学、医学等相关学科的关系十分密切。这是因为考古学的研究对象是发掘出土的各种遗迹和遗物,其内涵涉及整个古代社会的各个方面,包罗万象。考古学在诞生之初,就借鉴了地质学和生物学等自然科学的方法。考古学这门学科的发展过程,也是借鉴物理学、化学、生物学、地球科学、农学、医学等相关学科的方法和技术并在考古学研究中不断拓展新的思路和方法的过程。

今天,考古学已经逐渐成为一门以人文社会科学研究为目的、广泛采用自然科学等相关学科的研究方法和技术的学科。能否在考古学研究中更加广泛、更加有效地运用多种自然科学等相关学科的方法和技术,已经成为 21 世纪衡量一个国家考古学研究水平的极为重要的标尺。

在考古学与自然科学等相关学科长期的结合过程中,大家已经习惯把这些方面的研究称为科技考古。其定义就是应用自然科学等相关学科的方法和技术开展考古学研究。其内涵可以概括为:以考古学的研究目标为指引,把考古学研究的问题作为导向,应用自然科学等相关学科的方法和技术,对考古遗址进行勘探和古地貌复原,对遗址所在区域进行调查和取样,对出土的多种遗迹和遗物进行观察、鉴定和测试,对各类与考古研究相关的资料进行定性分析和定量统计,以获取更加丰富、更加全面的古代人类活动的信息;在考古学研究思路的指导下,经过归纳、分析和探讨,从整体上进一步拓展考古学研究的领域,深化考古学研究的内容,提高考古学研究的科学性,体现考古学研究的价值。

在把自然科学等相关学科的方法与技术应用于考古学的过程中,先后出现过 6 种名称。一是“实验室考古”,二是“现代实验技术在考古学中的应用”,三是“科技考古”,四是“考古科技”,五是“科技考古学”,六是“多学科合作”。

第一种“实验室考古”和第二种“现代实验技术在考古学中的应用”这两种名称都提出于 20 世纪 80 年代,有其特定的历史语境。当时国际学术界已经开始探讨如何应用自然科学相关学科的方法和技术研究考古遗址出土的资料,而中国国内也开始了此类研究,但只是简单地把实验室内的测试和分析理解为现代实验技术在考古学中的应用。研究人员往往局限在实验室内对样品进行测试和分析,很少考虑样品出土的考古背景及其测试和分析结果在考古学研究中的价值。虽多有新的发现,效果立竿见影,但也经常出现自然科学等相关学科的研究和考古学研究相互脱节,甚至一些研究人员不考虑考古遗址出土状况的局限,过度演绎出来一些错误观点,从而导致考古研究人员无法全面认同自然科学研究人员的研究成果。

第三种名称“科技考古”提出于 20 世纪 80 年代末,既突出科技方法的独

特性,也强调考古研究的目的性,这个名称一提出,就得到当时中国考古学会的认可。数十年来,中国考古学界从事相关研究的人员在实践中逐步以考古学的研究目标为指导,应用自然科学等相关学科的方法与技术,围绕考古学的问题开展研究,在研究中始终做到与考古学紧密结合,解决了以往的考古学研究中无法探讨的课题,在多个领域拓展、深化了考古学研究的内容。放眼世界,国际考古学界有两本与科技考古密切相关的杂志,一本是 *Journal of Archaeological Science*(中文翻译为《考古科学杂志》),另一本为 *Archaeometry*(中文翻译为《科技考古》)。这两本杂志都是 SCI 和 SSCI 的检索杂志,刊登的都是各国科技考古研究人员应用自然科学等相关学科的方法和技术开展考古学研究的优秀成果,具有很高的学术价值,既是国内考古学界认识国际考古学界有关科技考古研究动向的重要窗口,也是国内科技考古研究人员在世界上展示中国科技考古研究成果的重要平台。

第四种名称“考古科技”提出于 20 世纪 90 年代后期,其与“科技考古”的基本意思大致相同,“考古科技”是为了更加突出考古的主导作用。鉴于“科技考古”提出于 20 世纪 80 年代末,较“考古科技”提出的时间要早,现在国内各个相关的研究和教学机构都使用“科技考古”这个名称,如“科技考古中心”“科技考古实验室”“科技考古教研室”等。多年来“科技考古”这个名称已经约定俗成,刻意改为“考古科技”,似乎没有特别的必要。

第五种名称“科技考古学”提出于 21 世纪初,似乎与科技考古在全国开始蓬勃发展的背景相关。但是,笔者认为“科技考古学”这个名称不甚恰当。因为作为一门学科,是指一定科学领域或一门科学的分支,学科是与知识相联系的一个学术概念,是相对独立的一个知识体系,以此来衡量科技考古学的含义,显然是不合适的。

第六种名称“多学科合作”,即 2010 年以来在一些文章中出现的把科技考古改称为“多学科合作”,我认为同样欠妥。因为考古学是研究古代社会的一门科学,要真正把这门学科的研究推向深入,除了应用其自身最基本的考古地层学和考古类型学方法之外,在研究过程中需要融入的学科众多,尤其是人文社会科学中的历史学、民族学和社会学等诸多学科的研究思路、方法和内容均不可或缺。因此,“多学科”绝不应该局限于自然科学等相关学科,把“多学科”等同于自然科学等相关学科是一个概念上

的误区。其次，“合作”一词有平起平坐之意，也不能客观地体现当前各门相关学科在考古学研究思路的主导下参与考古学研究的从属关系。其三，“多学科合作”这个词所表示的是一种比较抽象的方法和途径，可以用于解决世界上社会、经济和文化等诸多领域的问题。当前，考古学已经成为一级学科，其思路和方法应该明显地体现考古学的特色。

综上所述，“科技考古”这个词是对当前研究现状较为准确的表述，即在考古学发展的特定历史时期，为了解决以往的考古学研究不能探讨的问题，考古学和自然科学等相关学科的研究人员有意识地结合在一起，应用独特的研究思路和方法，共同参与到考古学研究之中，形成多个有特色的研究领域。为了概括这些研究领域，依据它们均包含科技方法这个特征，将其统称为“科技考古”。

严格地说，科技考古是一个过渡性用语。由于现在属于科技考古范围内的各个研究领域还有待于成熟，一些新的研究领域还在逐步开发，科技考古这个词还会存在很长一段时间。但随着科技考古各个领域研究的逐步完善和独立，在有机地融入考古学的发掘和研究之后，它将逐渐消亡。我认为，未来的考古学家将各具所长，比如研究考古学理论、研究考古学某个专题、研究现在归入科技考古的某个领域，等等，各具所长的研究人员参与到考古发掘和研究之中，多角度、全方位地对古代社会进行综合研究，进而推动考古学研究迈向新的层次。

概括起来说，目前的科技考古可以按照其研究方法和研究内容分为两大类。一类是利用专门的仪器设备，对某类肉眼看不到的特定对象进行探测、测试和分析，按照科学的依据提出科学结论。比如，对地下遗迹和遗物的勘探、年代测定、古 DNA 研究、同位素研究、有机残留物分析等。另一类是对与古代人类活动相关的自然环境、古代人类的骨骼、与古代人类的生产与生活直接相关的对象进行研究，得出比较客观的推测或结论。这类研究往往包括多种学科、技术与方法，如环境考古、人骨考古、动物考古、植物考古、冶金考古、陶瓷器科技考古、玉石器科技考古等。需要强调的是，从根本上说，这两大类都必须以考古学研究的目标为指引，以考古学研究的问题为导向，强化科技方法在考古学研究中的作用。

第二节 科技考古简史

中国科技考古发展的历史大致可以分为形成期和发展期两个阶段,以下分别阐述。

一、形成期(20世纪20—80年代)

自1920年开始,从事化学史研究的王璉率先对古代金石进行化学分析,探讨中国古代的冶金技术,这是自然科学研究人员主动介入到考古学研究之中,可以视为中国科技考古形成期的起点^①。1924年,北京大学研究所国学门发表《考古学会简章》,明确提出用科学的方法调查、保存、研究中国过去人类之物质遗迹及遗物,一切人类之意识的制作物与无意识的遗迹、遗物以及人类间接所遗留之家畜或食用之动物之骸骨、排泄物等均在调查、保存、研究范围之内,并主张除考古学家外,应网罗地质学、人类学、金石学、文字学、美术史、宗教史、文明史、土俗学、动物学、化学等各项专门学者与热心赞助本会会务者,协力合作^②。这个简章中包含了现在可以称之为科技考古的内容,这是当年从考古学的角度全面思考其研究对象后得出的认识。

上述的认识很快就从理论转化为实践,在20世纪20—30年代,清华大学研究院和中央研究院历史语言研究所在发掘山西省夏县西阴村遗址、山东省章丘县(今属济南市)城子崖遗址和河南省安阳市殷墟遗址时,研究人员都注重对地貌、人骨、动物遗存、陶器、石器和绿松石等开展具体研究,其研究内容

① 王璉:《中国古代金属原质之化学》,《科学》1920年第5卷第6期,第555—564页。王璉:《中国古代金属化合物之化学》,《科学》1920年第5卷第7期,第672—684页。王璉:《中国制钱之定量分析》,《科学》1921年第6卷,第11—73页。王璉:《宋钱成分内之铅》,《科学》1922年第7卷,第839—841页。王璉:《五铢钱化学成分及古代应用铅锡锌镱考》,《科学》1923年第8卷第8期,第839—854页。王璉:《中国黄铜业全盛时代的一斑》,《科学》1925年第10卷,第495—503页。

② 《考古学会简章》,《北京大学日报》1924年6月12日第3版。

与现在所谓的科技考古的相关领域十分相似^①。后来,由于多种原因,此类研究停止了一段时间。

到20世纪50年代初,历史又出现了相似的一幕。首先推动中国科技考古继续发展的是自然科学界的研究人员。中国科学院上海物理化学研究所(后来改名为长春应用化学研究所)和冶金陶瓷研究所(后来改名为上海硅酸盐研究所)的研究人员对考古遗址出土的陶器和金属器进行了分析和研究。而后,夏鼐于1954年撰文,介绍刚刚问世的碳十四测年技术。到20世纪50年代末,当时还隶属于中国科学院的考古研究所开始建设碳十四测定年代实验室,这是考古学界开始主动参与建设和发展科技考古的标志。

到20世纪60年代,考古研究所陆续开辟了碳十四测定年代、陶器、金属器的化学分析、体质人类学和动物考古等研究领域。

到20世纪70年代,北京大学历史系考古教研室(后来改名为北京大学考古文博学院)成立碳十四测定年代实验室。考古研究所则增加了热释光测定年代方法。北京钢铁学院(后来改名为北京科技大学)成立材料与冶金史研究所,专门开展冶金考古研究。该院柯俊院士与复旦大学杨福家院士和中国科学院上海原子核研究所(后来改名为应用物理研究所)的研究人员合作,用质子X荧光分析的方法研究越王勾践的宝剑和秦代箭镞等。这里需要专门提及两位人物,一位是中国科学院干福熹院士,早在20世纪60年代他就开始尝试分析中国古代的玻璃质文物,至20世纪70年代末,已比较系统地就我国古代玻璃的起源问题进行探讨,开创了一个崭新的研究领域。还有一位是复旦大学李郁芬教授,她于1974—1976年对西汉的透光镜进行研究,揭示了古镜透光的机制,并首次复制成功,荣获1978年全国科学大会奖。

到20世纪80年代,文物保护科学技术研究所(后来改名为中国文化遗产研究院)成立碳十四测定年代实验室,由于多种原因,这个碳十四实验室没有顺利地开展工作,最终在2008年解散。这个时期北京大学考古系实验室增加了铀系法测年方法,开展了定量考古的研究与教学工作。当时已经隶属于中

^① 李光谟编校:《李济卷》,河北教育出版社1996年版,第329—376页。李济总编辑:《城子崖》,国立中央研究院历史语言研究所,1933年版。德日进、杨钟健:《安阳殷墟之哺乳动物群》,《中国古生物志》丙种第十二号第一册,1936年版。

国科学院的考古研究所增加了金相分析方法。

随着科技考古研究工作的推进,从事相关研究的人员希望加强交流,促进研究的发展,1988年5月,在广西壮族自治区南宁市召开了全国第一次实验室考古学术讨论会,这是全国从事科技考古的研究人员定期举办学术讨论会的开端。1989年10月,在安徽省合肥市召开第二次全国实验室考古学术讨论会,经过与会代表的热烈讨论,决定将会议名称正式改名为全国科技考古学术讨论会。同时,由中国社会科学院考古研究所、北京大学、北京科技大学和中国科技大学等单位联合筹备建立“中国科技考古学会”^①。至此,中国科技考古的形成期画上了圆满的句号。

总结形成期的特点,可以概括为两点:首先,在中国考古学的开始阶段,不但从事自然科学相关研究的学者主动介入考古学研究,从事考古学研究的学者更是认识到自己研究对象的复杂性,希望有多个领域的学者参与,开展共同研究。这样的认识和行为背后,实际上蕴含了考古学研究在历史科学研究中的作用和价值,同时也体现了其研究方法的科学性和独特性。

其次,自20世纪20年代至80年代,与科技考古相关的研究并不活跃,这与中国的考古学处于刚刚起步的阶段及本身面临的繁重任务相关。当时的考古研究人员面临的首要任务是独立地开展考古发掘工作,在广袤的国土上构建由众多考古学文化类型组成的文化谱系,承担大量与基本建设相关的发掘任务,其工作量巨大。当时的主要研究是通过认识各种人工遗迹和遗物的形状把握各个考古学文化类型的物质特征,科技考古的参与及发展受到各种条件的局限,这是中国考古学发展历程中必然要经过的一个阶段。

二、发展期(20世纪90年代至今)

自20世纪90年代开始,在全国范围内逐步形成一个建设和完善科技考古研究机构、推动科技考古快速发展的高潮。这里分为机构建设、课题进展、成果发表等3个方面予以阐述。

^① 王昌燧主编:《科技考古论丛》(第二辑),中国科学技术大学出版社2000年版,第3—4页。

(一) 机构建设

从 20 世纪 90 年代至 20 世纪末,在考古学界,中国社会科学院考古研究所原有的考古勘探、年代测定、体质人类学、食性分析、动物考古学、成分和结构分析、文物保护与修复、考古绘图、考古照相等研究和应用领域的基础上,又增加了环境考古学和植物考古学两个新的研究领域,成立了考古科技实验研究中心(后来改名为科技考古中心)。国家博物馆考古部建立了遥感与航空摄影考古中心。吉林大学成立了包括古代人骨体质人类学与遗传基因研究、地理信息系统在考古中的应用、环境考古学、动物考古学等在内的边疆考古研究中心。北京大学考古文博学院的实验室又开辟了加速器测定年代、成分分析和同位素分析等研究领域。另外,湖南省文物考古研究所、山东省文物考古研究所、浙江省文物考古研究所、陕西省考古研究院、河南省文物考古研究所等都相继引进和培养人才,专门从事植物考古和动物考古等方面的研究。

而在自然科学界,除中国科学院上海硅酸盐研究所和北京科技大学材料与冶金史研究所继续在古陶瓷和冶金史研究方面开展研究以外,华东师范大学成立城市与环境考古遥感开放实验室,中国科技大学成立科技考古教研室。另外,在中国科学院地质与地球物理研究所和北京大学环境学院等一批科研和教学机构中都有研究人员开展环境考古研究。再有,虽然没有专门从事科技考古的研究人员,不少自然科学研究和教学机构也或多或少地参与过考古学研究,如中国科学院遗传研究所和复旦大学现代人类学研究中心的研究人员对考古遗址出土的人骨进行过遗传基因的研究^①。

自 21 世纪以来,从事科技考古研究的考古机构有吉林省文物考古研究所、北京市文物考古研究所、河北省文物考古研究所、宁夏回族自治区文物考古研究所、陕西省考古研究院、山西省文物考古研究所、河南省文物考古研究院、云南省文物考古研究所、四川省文物考古研究院、成都文物考古研究所、重庆市文化遗产研究院、湖北省文物考古研究所、湖南省文物考古研究所、江西省文物考古研究所、安徽省文物考古研究所、上海博物馆、浙江省文物考古

^① 袁靖:《科技考古》,刘庆柱主编:《中国考古发现与研究》,人民出版社 2010 年版,第 425—466 页。