

文章编号: 1005-1538(2004)01-0051-14

· 论 坛 ·

从九种核心期刊的文献计量分析看中国科技考古的发展

钱俊龙, 熊樱菲, 潘小伦

(上海博物馆《文物保护与考古科学》编辑部, 上海 200231)

摘要: 用科技文献计量学的方法, 对九种核心期刊, 其中八种为考古类核心期刊, 一种为物理类(原子能科学技术类)核心期刊所刊登的科技考古论文进行文献计量统计。每种期刊均从创刊号起统计到 2002 年底止, 共计 976 篇论文。从逐年论文数统计中发现, 我国科技考古论文统计曲线呈现三个平台, 它印证了我国科技考古的三个历史发展阶段: 即倡导期(1950-1977), 初步发展期(1978-1989), 快速发展期(1990-2002)。这三个发展阶段与我国经济、科技发展期所对应。从按五大类科技方法统计发现, 核技术方法共 360 篇, 占总数 36.8%; 生物方法 130 篇, 占总数 13.3%; 物理和化学方法 427 篇, 占总数的 43.7%; 地球物理方法 41 篇, 占总数的 4.2%; 计算机及其应用 18 篇, 占总数的 1.8%。统计表明, 不少高新技术已在考古事业中得到应用, 核技术方法及物理和化学方法占据了重要的位置。为了更完善地反映我国科技考古的全貌, 需扩大统计调查期刊的数量。

关键词: 文献计量学; 核心期刊; 科技考古

中图分类号: K85; G350 **文献标识码:** A

1 引言

中国的科技考古事业源远流长, 早在 1950 年就有文献发表^[1], 到 21 世纪的今天已进入快速发展的阶段。考古事业的发展, 对弘扬中华文化及中华民族精神, 促进中国的社会主义精神文明和物质文明建设都有巨大的作用。为了了解和总结我国科技考古的发展历史, 我们试图从 9 种核心期刊(其中 8 种为考古类核心期刊, 1 种为物理学和原子能科技类核心期刊)发表的文献进行统计及分析, 以期能找出我国科技考古发展的概况及趋势, 为促进我国科技考古事业的发展贡献一点力量。

九种核心期刊参照 2001 年版“中文核心期刊要

目总览”^[2]。它们是:《考古》、《考古学报》、《文物》、《考古与文物》、《故宫博物院院刊》、《敦煌研究》、《中国历史文物》(原《中国历史博物馆馆刊》)、《江汉考古》、《核技术》。

九种核心期刊发表的有关科技考古文献的统计, 均从该刊的创刊号开始, 至 2002 年底止。下面准备分 4 个部分进行分析讨论。

2 中国科技考古发展的三个历史阶段

2.1 九种核心期刊发表科技考古论文统计

九种核心期刊发表的科技考古论文, 包括文物保护、文物修复、古代工艺研究等均从创刊号统计到 2002 年底。统计结果见表 1 所示, 其按方法学分类统计见表 2。

表 1 九种核心期刊科技考古论文逐年统计

Table 1 Statistics on the number of papers of scientific archaeology in nine kinds of core journal by year

(篇)

年份	篇数	年份	篇数	年份	篇数
1936	0	1965	0	1984	23
1947	0	1966	3	1985	31
1948	0	1967	0	1986	26
1949	0	1968	0	1987	24

收稿日期: 2003-08-08; 修回日期: 2003-10-21

作者简介: 钱俊龙(1941—), 男, 1966年毕业于武汉大学图书馆学专业, 副编审, E-mail: qianjunlong@hotmail.com

(续表 1)

年份	篇数	年份	篇数	年份	篇数
1950	1	1969	0	1988	37
1951	1	1970	0	1989	21
1952	1	1971	0	1990	31
1953	0	1972	10	1991	40
1954	0	1973	13	1992	40
1955	2	1974	3	1993	45
1956	1	1975	8	1994	35
1957	0	1976	7	1995	62
1958	13	1977	8	1996	40
1959	17	1978	23	1997	51
1960	10	1979	19	1998	30
1961	2	1980	19	1999	45
1962	10	1981	28	2000	53
1963	6	1982	7	2001	55
1964	6	1983	13	2002	56

表 2 九种核心期刊中科技考古论文按方法分类统计

Table 2 Statistics on the number of papers of scientific archaeology in nine core journal by methods

(篇)

分类	方法	论文数	占总数比例	分类	方法	论文数	占总数比例
核技术	¹⁴ C	82		物理、化学	光谱分析	76	
	离子束分析	86			X 光衍射	4	
	中子活化分析	20			扫描电镜	16	
	铅同位素比值	11			其他	331	
	穆斯堡尔	18			合计	427	427/976=43.7%
	热释光	100		地球物理	遥感	16	
	ESR	32			雷达	2	
	其他	11			地震	2	
	合计	360	360/976=36.8%		古地磁	5	
			地质		6		
生物	孢粉分析	14		其他	10		
	硅酸体分析	17		合计	41	41/976=4.2%	
	DNA 分析	2		计算机			
	其他	97				18	
	合计	130	130/976=13.3%	合计	18	18/976=1.8%	

2.2 我国科技考古发展的三个历史阶段

我国科技考古的发展,必然会从所发表的科技论文上反映出来。表 1 的论文统计是按年逐年统计的,所以可以历史地反映发表论文的发展趋势,从而反映了我国科技考古发展的情况。如果把表 1 的数据转换成逐年统计的曲线图(图 1),可以更直观地看出不同历史时期我国科技考古论文发表情况,同时也印证了我国科技考古发展的情况。

从图 1 可以看出,我国不同历史时期论文数有

三个平台,如把三个平台年均论文发表数作图(图 2),则可有三个明显的平台,可反映出我国科技考古的发展大致经历了三个发展时期,暂且称为倡导期(1950-1977)、初步发展期(1978-1989)、快速发展期(1990-2002 年底)。

2.2.1 倡导期(1950-1977) 早在 1950 年,王振铎先生即在《考古学报》上发表了“司南指南针与罗经盘(下)”的论文^[1];1951 年夏鼐先生在《文物》上发表了“漫谈敦煌千佛洞和考古学”的论文^[3],提出“用

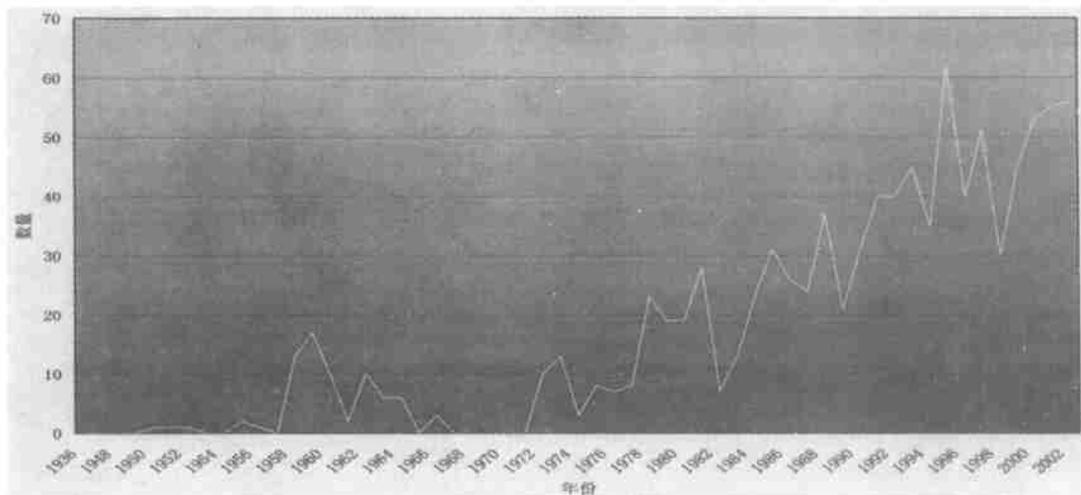


图 1 九种核心期刊发表科技考古和文物保护论文逐年统计

Fig. 1 The papers of nine core journal on scientific archaeology and cultural relics conservation

自然科学方法考古”的观点,这大概是国人最早提出这一观点的人。这以后,国内发表的科技考古的论文逐渐多起来,到 1977 年(27 年),有关科技考古的论文

总数已达 122 篇,但年均发表论文数均在 20 篇以下。表明了初创期(倡导期)的情况。1959 年中国社科院考古所¹⁴C 测定年代实验室的建立是其标志^[4]。

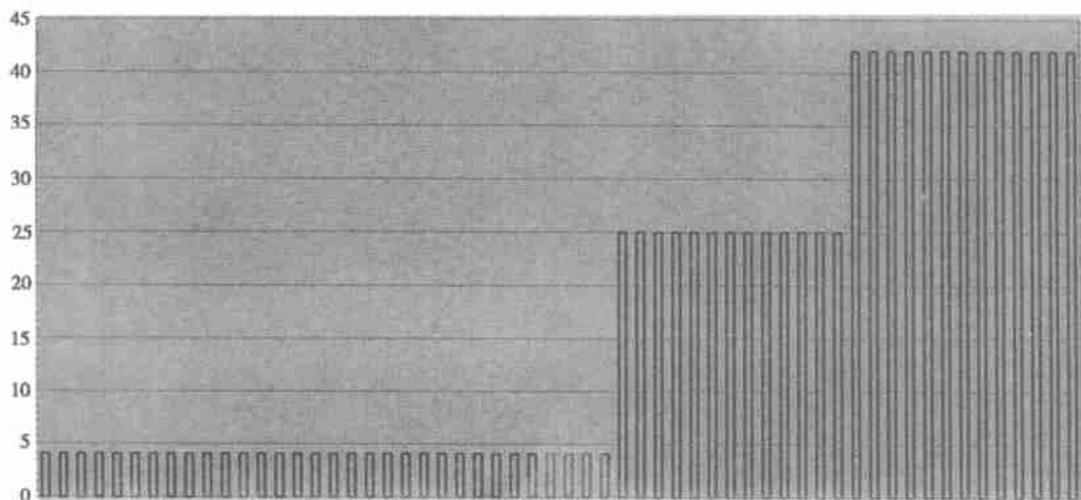


图 2 1936 - 2002 年论文年均发表数图

Fig. 2 Average numbers of papers from 1936 to 2002

2.2.2 初步发展期(1978 - 1989) 在这一时期,经过文化大革命破坏的经济和科技得到了发展,因而促进了科技考古事业的发展。到 1989 年,这一时期(12 年)发表论文总数已达 302 篇,但年均发表论文数除个别年份外(如 1988 年 37 篇)在 20 - 30 篇,表明了我国科技考古有了初步的发展。张居中教授“舞阳贾湖”的出版是其标志^[4]。

已达 552 篇,其年均发表论文数均在 30 篇以上,最高的 1995 年达 62 篇。这一时期的特点是不少高新技术都应用到考古中,如遥感、DNA 等等等。1996 年夏商周断代工程的正式起动是其标志^[4]。

2.2.3 快速发展期(1990 - 2002) 在这一时期,随着我国改革开放政策的实现,国民经济和科学技术得到了高速的发展,因而也促进了科技考古事业的发展。这一期间(13 年)发表科技考古的论文总数

如果把三个时期发表论文数制成直方图(图 3),并作比较,倡导期共 27 年发表 122 篇,而初步发展期共 12 年发表了 302 篇,快速发展期共 13 年就发表了 552 篇。这表明科技考古事业的发展有制于经济和科技的发展。另一方面表明,中国科技考古发展速度还是很快的,如初步发展期是倡导期的 2.5 倍(302/122),快速发展期是初步发展期的 1.8 倍(552/302)。

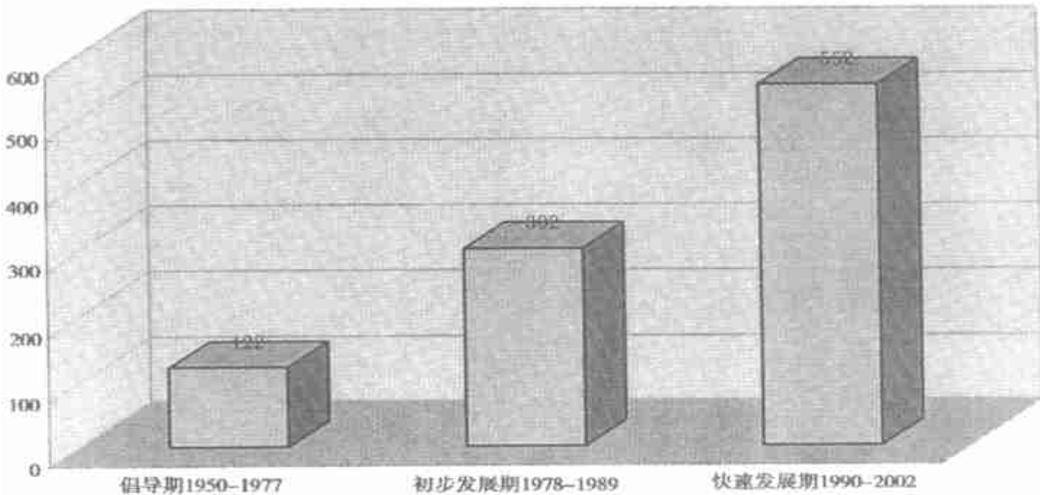


图 3 三个时期发表论文数的比较

Fig. 3 Comparison of the number of papers in three periods

3 科技考古方法概述

文献[5-7]对科技考古方法进行了较详细的阐述。文献[4]报道,“科学的近代考古学于19世纪中叶正式成立。进入20世纪以后,各种自然科学和技术科学都有快速的发展,它们在考古学中的应用也更为广泛,取得了许多显著的成果。”文献[5]从年代学研究,环境考古学研究,体质人类学研究,物质结构及化学元素分析,田野考古新技术,计算机在考古中应用等方面进行阐述。我们拟从自然科学技术方法本身进行阐述,以说明科学技术的那些方法在考古学中得到了应用,拟分核技术方法,生物学方法,物理及化学方法,地球物理方法及计算机技术等五个方面进行概述。同时列出以上五个方面发表的论文数,以说明该方法在考古学中应用的程度。

3.1 核技术方法

在考古研究中,过去常靠史料记载,史地知识和化学分析等手段进行研究,有时候还要凭一定的实践经验进行判断。随着核技术的发展,各种核测试技术给考古研究提供了重要的测量方法,原来一些悬而未决的问题可以迎刃而解,对于判断一些文物和艺术品的真伪尤其有效。在这方面文献[5、8-15]作了详细的报道。由于核技术方法较多,在此择目前在考古学研究中应用较多的方法介绍如下:

3.1.1 ^{14}C 测定法 ^{14}C 测定年代的原理是:动植物在活着时体内的 ^{14}C 相对含量与周围环境平衡。因此,在体内的 ^{14}C 含量与周围环境中的含量相同。在生物体死亡后,与周围环境不再发生同位素交换,因而体内所含 ^{14}C 按放射性衰变定律进行衰变。根据现在测得的剩下的放射性 ^{14}C 与现代样品中 ^{14}C 相

比,即可计算生物体死亡之后的年龄^[8]。测年范围为距今5万年内,测量误差已降到 $\pm 1\%$ 。如果要进一步提高测量精度,及测量年代的上限可以采用20世纪70年代末发展起来的加速器质谱(AMS)^[14]。据文献[17]报道,现代AMS的分析灵敏度极限达到 $10^{-18}-10^{-21}\text{mol}$,其探测的丰度灵敏度在 $10^{-12}-10^{-5}$ 范围,相当于能在4万亿个原子中捕获到含量只有一个的 ^{14}C 原子。用国产超灵敏小型回旋加速器质谱计测量 ^{14}C 的精度已达0.7%。

据文献报道,国际上W. F. Libby1950年发明 ^{14}C 测定年代方法,国内《考古》1955年介绍了 ^{14}C 测年法,1959年中国社会科学院考古研究所成立 ^{14}C 测定年代实验室,并于1972年公布第一批测年数据^[19]。从表2统计中得知, ^{14}C 测年法共发表了82篇论文,占核技术方法论文数360篇的23%。

3.1.2 离子束分析 利用加速器产生的高能离子(带电的原子或分子)束(或同位素源激发)去轰击所需分析研究的样品,会产生电磁辐射或带电粒子,而样品中存在的化学元素成分不同,所产生的电磁辐射的能量、带电粒子的种类及能量不同。因此,通过探测这些电磁辐射或带电粒子,就能对样品所含元素作定性、定量分析^[7-10]。这种技术可对骨、陶瓷器、金属器及艺术品进行元素分析。

离子束分析(IBA)的方法很多,有质子激发X射线分析(PIXE),背散射分析(BSA),次级离子质谱分析(SIMS),X荧光分析(XRF)。国际上有关离子束分析在考古学上应用的第一篇论文是Cootte等^[18]报道的。我国用离子束分析测定考古样品的工作从九种核心期刊中最早的是李民乾^[8]等人的工作。到2002年底止,已发表论文86篇,占核技术方法论文

数 360 的 24%。

3.1.3 中子活化分析 中子活化分析是利用一定能量和流强的中子去轰击待分析的样品,使样品中核素产生核反应,生成具有放射性的核素,然后测定放射性核素衰变时放出的瞬发辐射,对元素作定性、定量分析,从而确定被测样品中各种元素的含量^[5,7,11]。它主要应用于陶瓷器、玻璃、银币、铜镜、燧石工具等考古样品中的微量及痕量元素的成分分析。

到 2002 年底止,九种核心期刊中共发表中子活化分析在考古中应用的论文 20 篇,占核技术总数 360 篇的 5.5%。

3.1.4 热释光测年法 在古代,制备陶器的原料受到宇宙射线和内部放射性核素的照射,其能量储存起来。当陶器烧制时经历高温,其储存在原料矿物晶体中的能量以光的形式释放出来(即所谓热释光)并释放完。好似古人把热释光时钟拨回到“零”,即所谓“时钟拨零”。但是,陶器中放射性物质是烧不掉的,陶器中的晶体又以均匀的速率继续接受和储存辐射能,它是器物诞生后开始增加的,于是就可以作为陶器年龄的标志,这个辐射能为陶器的总吸收剂量,或称累积剂量,“古剂量”。热释光测定年代的原理是根据古陶器、岩石、矿石等在受到加热时会发光,其释放出来的总光量与该样品过去受到的天然辐射(样品中存在的微量 U、Th 等放射性元素以及宇宙射线)的累积剂量成正比,从而可以推算出古陶瓷、砖瓦等材料的烧制年代^[7,19,20]。

据文献[19]报道,热释光现象早在 1663 年 10 月 28 日由英国化学家 Robert Boyle 第一次描述,1960 年伯尔尼大学的 Gögler, Houtermans 和 Stauffer 第一次探测了古陶器发射的热释光;我国在 20 世纪 60 年代由中国科学院地质研究所率先用热释光研究了地质年龄测定,20 世纪 70 年代由上海博物馆建立了测定考古年代的热释光实验室。到 2002 年底止,九种核心期刊已发表了 100 篇论文,占核技术论文总数 360 篇的 27.7%。

3.1.5 电子自旋共振 电子自旋共振(ESR)测年系统是一种辐照剂量的测量系统^[21]。其基本原理由 Gorter 和 Kroning 于 1936 年发现,并由 Zavoisky 和 Frenkel 于 1944-45 年进一步发展^[19]。用此法测定地质样品的年龄由 Zeller 于 1967 年提出。我国从 1985 年开始测年实验研究,并取得初步成果^[21]。此法实验误差为±15%-30%。ESR 的发展,为第四纪年代学研究增加了新的测年手段,而在骨骼样品的研究中也取得了满意的结果。

到 2002 年底止,九种核心期刊已发表了相关论文 32 篇,占核技术论文总数 360 篇的 8.8%。

3.1.6 穆斯堡尔谱技术 穆斯堡尔效应是 γ 射线的共振荧光现象,也称为 γ 射线无反冲发射及共振吸收效应。由于这种效应对 γ 射线能量的细微变化十分敏感,因此可以用来探测由于共振原子核附近的物理和化学环境变化^[7,12]。不同考古样品具有不同的穆斯堡尔谱线,它可用于包括古代颜料、书画、陶器、瓷器、铜器等所含 Fe, Sn 等元素的价态分析^[11],以鉴别原料来源,烧制工艺、烧成温度等。

穆斯堡尔谱学技术作为一种指纹技术应用到考古领域始于 1969 年^[22]。我国把它用于考古研究的第一篇文章是文献[23]。自那以来,九种核心期刊上共发表了 18 篇论文,占核技术总数 360 篇的 5%。

3.1.7 铅同位素比值法 中国古代青铜铸造所用的金属铅料,来自古人开采利用的铅矿,而矿石铅的同位素比值一般不会改变。由于地球上各处金属矿床的地质年龄形成过程中环境物质中的化学元素有区别,故它们所含铅的同位素组成也就各有差异。因此,铅的同位素比值研究可以为青铜器原料产地研究提供丰富的信息^[5,7,13]。

国外开展用铅同位素比值法研究古代器物如青铜器(包括铜镜)、钱币(包括铜、银、金币)、玻璃、颜料、大理石等,以追溯它们与矿料产地的关系,早在 1962 年即开始^[24]。我国学者首篇铅同位素比值研究的论文是文献[13]。自那以来,九种核心期刊已发表论文 11 篇,占核技术总数 360 篇的 3%。

3.1.8 辐射技术和其他技术 辐射技术在考古学上的应用,主要为用 γ 射线对文物进行消毒,灭菌灭虫,对有机化合物进行辐射固化,及使文物重现图纹彩色。辐射消毒灭菌可以不损伤原物的品质保持其原初外观等。原苏联、法国等从 20 世纪 70 年代即从事此项的研究工作^[25]。我国从 20 世纪 80 年代开始了此项研究。在辐射加固方面,容波等用电子束辐射加固秦俑彩绘取得了成功^[27]。但在九种核心期刊上尚没有这方面的论文发表。

在核技术方法中,尚有铀系法断代,铜-氦断代,裂变径迹断代,同位素应用等。在九种核心期刊上发表了 11 篇,占核技术总数 360 篇的 3%。

3.2 生物学方法

生物学方法在考古中的应用涉及到动物考古学,植物考古学及体质人类学研究^[5,7,27,28]等方面。在此主要介绍论述孢子花粉,植物硅酸体及遗传因子分析方面的情况。

3.2.1 植物孢子花粉分析 植物是古代人类广泛

利用或与古人类长期共存的环境因素之一,和人类关系十分密切。分析植物的种属和分布范围,可判断当时的生态环境及当时人类食物构成。但是,要在考古遗址里发现肉眼能够观察到的植物是比较困难的。而植物的孢子花粉有抗酸、抗碱和抗高温的能力,能够较好地在地层中保存下来^[5]。

孢子花粉分析方法 20 世纪 30 年代就被西方考古学家采用。20 世纪 80 年代得到了较大发展^[28]。它在考古学中的应用主要包括三个方面:①确定考古遗址各文化层及地层年代;②了解古人类生活的自然环境及其变迁历史,人类社会发展与其周围环境的关系;③了解古代社会的文化发展状况,如农作物起源及其扩散^[29]。

我国首篇孢子花粉分析的论文发表于 1963 年^[30]。自那时到 2002 年底,九种核心期刊上已有 14 篇论文,占生物学论文总数 130 篇的 10.8%。

3.2.2 植物硅酸体分析 植物硅酸体指形成于植物细胞内的微小硅石,它在许多现代植物中都存在,而单子叶植物的禾本科中植物硅酸体的丰度较大,常能产生具有独特形状的植物硅酸体的组合群体,或单个个体,当植物的有机质腐烂或是被焚烧后,植物硅酸体仍能保持原有植物细胞组织的形状而不受酸、碱性或潮湿的影响,可几千年,几万年甚至百万年都保持自身的固有形态不变,易于在各种土壤和地层中聚集和保存。因此,用适当方法将土样中的植物孢子花粉或硅酸体分离出来,然后用生物显微镜或电镜进行观察,鉴定种属,统计数量,并据此对当时周围的植被状况及那些植被所适应的气候、生态特征进行推测,同时也可以对当时是否存在农业耕作及农作物的种类进行探讨^[5, 29]。

植物硅酸体早在 20 世纪 20 年代就被德国植物学家应用于考古学中,但是直到 20 世纪 70 年代才被考古学界重视,20 世纪 80 年代得到较大发展^[30, 31]。九种核心期刊中首篇有关植物硅酸体应用的论文为 20 世纪 80 年代发表的文献^[32]。自那以后到 2002 年底已有 17 篇论文发表,占生物方法论文总数 130 篇的 13%。

在 20 世纪 80 年代,由于孢子花粉分析和植物硅酸体这两门分析方法在考古学中的应用得到了较大发展,人们发现这两门分析方法的结合更有利于得到较全面的信息。而且两门分析方法在很大程度上具有相似性。两者论文发表数加起来有 31 篇,占生物学方法总数 130 篇的 23.8%。

3.2.3 遗传因子分析 分子人类学通过蛋白质和遗传因子研究人类及人种的起源和进化^[5]。蛋白质

以遗传因子的形式世代相传。人体中免疫反应系统里发挥主要作用的是抗体,在血液中的 5 种抗体中有一种 Gm 型遗传因子,它又可以细分为 ag、axg、abzst、afllbz 等 4 种。在不同的人体中,这四种 Gm 的比例不同,因而提取这 4 种 Gm 遗传因子,分析它们的比例,可以判别人种的起源。

遗传因子分析是近几年发展起来的,在九种核心期刊中论文数仅 2 篇,占生物方法总数的 1.5%。

3.2.4 其他方法 生物方法中的其他方法很多,如灰像法^[32]、动物考古法、古病理、骨骼牙齿的分析、生理分析等,在此不一一叙述。这些方法在九种核心期刊中论文总数为 97 篇,占生物方法论文总数 130 篇的 74.6%。

3.3 物理和化学分析技术

应用于考古研究中的物理和化学分析技术(也有人^[33]称为现代实验技术)均涉及到古物的物质结构和成分分析。除了大量的古物需清洗、防锈、防腐、加固保护、修复等物理和化学方法外,有关物理和化学分析技术通常涉及扫描电子显微镜、X 射线衍射、光谱分析(包括红外光谱、原子吸收和发射光谱),热分析技术等。此外,还有质谱和色谱等。这些分析技术可以对陶瓷器、玉石器、玻璃、金属器及纸张等进行分析测试。

3.3.1 扫描电子显微镜 扫描电子显微镜是一种分辨率极高的精密仪器,它的二次电子成像能分辨百万分之六到十万分之一毫米的物体^[34]。它可以用来对古代植物、陶器、石器工具,骨头,牙齿、服饰等进行表面微观分析和微区成分分析。

扫描电子显微镜早在 1932 年 Knoll M 和 Ruska E 首次发表论文,电子显微镜诞生。世界上第一台商品扫描电子显微镜 1965 年问世。我国电子显微镜制造从 1958 年开始^[34]。在九种核心期刊中,有关扫描电子显微镜应用的论文 16 篇,占物理化学分析技术总数 427 篇的 3.7%。

3.3.2 X 射线衍射 用单色的 X 射线照射样品,依据样品中存在的晶体的不同,在不同的角度上出现 X 射线的衍射,分析样品的衍射图谱,就可以确定样品中存在的物相组成。据此,它可以对陶器、绘画材料进行分析,是对矿物成分鉴定的最好方法之一^[5, 8]。

在九种核心期刊中,有关 X 射线衍射应用的论文 4 篇,占物理化学分析技术论文总数 427 篇的 0.9%。

3.3.3 光谱分析 光谱分析涉及技术较多,这里主要阐述红外吸收光谱、原子发射光谱和原子吸收光

谱, 而对色谱、质谱等技术阐述略。

(1) 红外吸收光谱。物质结构中的分子受到周围分子结构的约束只能在平衡位置上做微小的振动。用红外光照射物质时, 物质中的分子具有对某特征光子的吸收, 那么在透过样品的光谱中存在着吸收峰, 故根据红外光谱吸收峰的位置及强度, 可以找出物质中存在的官能团及其状态^[5]。每种化合物都有自己的红外吸收光谱, 因而用它可以分析陶器的结构、成分和原料来源, 也可以对古玉器及史前的漆膜进行研究。

(2) 原子发射光谱。原子发射光谱仪根据每种元素对应一定波长光的特点, 测定样品受激发出光的波长, 确定其所含元素^[3]。它可用来分析陶器中元素成分及金属器物化学成分。

(3) 原子吸收光谱。原子吸收光谱是利用原子由基态跃迁到激发态需要一定能量的特点, 对所测样品成分进行分析。原子吸收光谱就是利用基态原子对特征辐射光的吸收这一原理。辐射光的吸收与蒸汽中自由原子的数目成正比, 可用来作各种物质的成分分析。

光谱分析的论文在九种核心期刊中已发表 76 篇, 占物理和化学分析技术总数 427 篇的 17.8%。

3.3.4 热分析技术 热分析技术是分析物质在高温过程中的结构变化和物理化学变化的方法^[3]。它有几种具体方法: 差热分析法, 热重分析法, 热膨胀法等。差热分析是在控制温度的前提下, 测量样品和参比物之间的温度差与温度关系的一种方法。热重分析是一种测量物质重量与温度关系的方法。热膨胀法是根据物质在一定温度和压力下, 都会有一定的体积, 当温度升高时, 其体积也会相应地增大, 通过改变温度来测量体积的变化。可用于对陶器及漆器^[33]的分析。但此种方法在九种核心期刊中尚无论文发表。

以上阐述了物理和化学分析技术的几种方法, 但是常规的物理和化学方法用来处理和保护文物的论文是大量的, 例如对文物的清洗、保护、修复、工艺探索、固化、除锈等等。其发表论文计 331 篇, 占物理和化学分析技术方法总数 427 篇的 77.5%。

3.4 地球物理方法

地球物理方法主要用于田野考古, 其方法很多, 本文主要阐述遥感、探地雷达、考古磁学等方法。这些方法主要用于探测地下或水下古遗址。

3.4.1 遥感 遥感是 20 世纪 60 年代发展起来的新兴的综合性科学技术, 它建立在空间科学、光电技术、地学规律、数理方法和计算机技术等学科的基础

上, 并随相关学科的发展而发展^[39]。

遥感考古利用地面植被的生长与分布规律, 土壤类型、微地貌特征等物理属性及其电磁波波谱特征、遥感影像特征之间的关系, 运用摄影机、摄像机、扫描仪、雷达等设备, 从航天飞机、卫星、飞机、气球等不同遥感平台上获取考古遗址的电磁波数据或图像信息, 对这些信息进行光学或计算机图像处理, 使影像的反差合适, 特征明显, 色彩丰富, 再对影像的色调、图案、纹理及其时间变化与空间分布的规律进行识别和解释, 从而确定考古遗迹(址)的位置、形状、分布、构成等^[5, 36]。

最早的航空考古是 1906 年的英国人 Sharp。到 20 世纪 60 年代, 高速发展的空间科学和光电技术, 推动了遥感技术的进步。现在, 欧美发达国家已经把地球定位系统、地理信息系统、地面透射雷达, 多光谱扫描仪、质子磁强计、电阻率测定仪等应用于考古工作^[36, 37]。我国遥感考古始于 1981 年^[38]。在九种核心期刊中已发表 16 篇论文, 占地球科学论文总数 41 篇的 39%。

3.4.2 地面透射雷达(GPR) 地面透射雷达(GPR)利用一个天线发射高频宽带电磁波, 另一个天线接收来自地下介质的反射波。电磁波在介质中传播时, 其路径、强度和波形将受所通过的电性及几何形态的差异而变化。因此, 根据接受到的波的旅行时间、幅度和同相轴(相邻波中相位相同的点)特征, 便可推断介质的结构和地层的起伏状态。只要考古遗迹和周围地层存在电性差异, 均可作为雷达探测的目标体^[39, 40]。

GPR 技术早在 20 世纪 50 年代研究“单循环”雷达时便开始了, 直到 20 世纪 70 年代以后, 随着电子技术的发展和现代数据处理技术的应用, GPR 的实际应用才迅速扩大。1975 年 Vscker 和 Dolphin 首次报道在考古遗址的勘探中使用地面透射雷达。我国最早的雷达考古应用于 20 世纪 90 年代, 主要用于寻找古矿坑遗址和墓葬^[39, 40]。在九种核心期刊中发表 2 篇论文, 占地球物理方法论文总数 41 篇的 4.8%。

3.4.3 考古磁学 磁学应用机制: 古遗存(古遗址、墓葬、建筑等)或古人类化石本身所处地层的磁性, 磁化率、磁化率各向异性及剩余磁化强度等, 与周围环境有所差异, 这种磁性差异构成磁学考古的基础。它可用高精度磁测方法、古地磁学方法及磁性调查方法进行考古调查工作。此法可用于地下遗址的探测, 古代化石年代测定及古环境的研究^[41]。

(1) 高精度磁测方法。经过烧烤的遗址的热剩

磁, 古人类水井内填充物的化学剩磁, 粉土夯压过程中压力剩磁, 金属物的金属磁性, 这些磁性遗迹遗物的存在, 就会与周围介质产生磁化性差异。通过质子磁力仪在地表测量这种差异, 可以推断地下有无遗迹或遗物存在^[5]。

(2) 大地电场岩性探测。利用太阳风和地球磁场的相互作用产生的电磁波作为天然磁源, 当电磁波进入地下遇到岩性变化时, 从地层不同深度反射回地面, 带回地下岩层变化的信息。大地电场岩性探测仪可在地表记录到不同深度的岩性变化, 从而了解地下情况, 以探测地下古墓葬^[5, 42]。

古地磁方法自 1960 年质子磁力仪问世后, 磁力勘测成为探测古遗存空间分布的地球物理方法之一。在九种核心期刊中有 5 篇论文发表, 占地球物理方法论文总数 41 篇的 12%。

3.4.4 其他方法 在地球物理方法中尚有地震面波方法(即浅层地震), 电阻率法, 地球化学测量法, 地质方法等。在九种核心期刊中发表了 18 篇论文, 占地球物理方法论文总数 41 篇的 43.9%。

3.5 考古计算机技术

计算机在考古领域中的应用已有许多文献报道^[5, 6, 43, 44]。它在考古中的应用主要包括: ①资料存储与检索; ②信息处理, 即考古地理信息系统(GIS及GPS); ③考古定量分析。

3.5.1 资料信息存储与检索 按遗址, 地层单位将各类遗物分门别类进行归纳, 输入专门的数据库。数据库能够按研究者的指令快速而准确地对资料进行检索、查询、统计和研究^[5]。

3.5.2 考古定量分析^[3] 如对¹⁴C 测量年代校正, 铅同位素数据分析, 器物化学成分数据分析, 以及体质人类学、动物考古学、植物考古学中数理统计, 这些都是定量数据分析的基本手段。可以将考古地层学、类型学与计量分析相结合进行定量分析。

3.5.3 考古地理信息系统 考古地理信息系统(GIS)是一种地理空间数据的数字处理技术, 欧美学者将 GIS 应用于考古研究已有十几年的历史^[43]。国内实测是 1996 年在河南颍河上游两岸 100 公里范围内的聚落遗址调查中, 使用 GIS 和 GPS 对遗址进行较精确的测绘^[46]。对本项技术文献[29]作了较多的介绍。

在九种核心期刊中, 计算机在考古中的应用论文有 18 篇。占科学技术方法论文总数 976 篇的 1.8%。

4 科学技术方法在考古学中的应用

科学技术方法在考古学中的应用是多方面的,

可以说已渗透到考古学研究的一切方面。文献[5, 7]对科学技术方法在考古中的应用领域分别从年代学研究, 环境考古学研究, 体质人类学研究, 物质结构和化学元素分析, 田野考古新技术, 计算机在考古学中的应用, 植物考古学, 动物考古学, 考古实验室分析技术及考古勘探等作了详细的阐述。我们认为, 还应包括冶金考古和陶瓷考古。作为科学技术在考古中的应用, 应包括文物保护和修复。这里, 我们准备从“年代测定”, “物质成分分析和原料产地研究”, “古环境研究”, “田野考古勘探”, “文物保护和修复”等几个方面进行举例简述。所举例子均为九种核心期刊上发表的论文。

4.1 年代测定

整理考古资料最基本的一个环节是判断遗迹、遗物的年代。因此, 从某种意义上讲考古学是“时间”科学。地层学和类型学是考古学研究的基本理论和方法, 也是考古学相对年代的主要断代方法。而考古学绝对年代的断定, 在历史考古学领域内, 有可靠的文字记载做依据, 但对无文字记载的史前考古学年代的断定, 在很大程度上不得不借助自然科学的手段^[7]。

遗存绝对年代的测定主要使用核方法, 特别是¹⁴C 测年(常规和加速器质谱)方法^[13], 例如中国科学院考古研究所实验室 1972 年发表的“放射性碳素测定年代报告(一)”^[14]; 其它方法还有热释光, 如 1978 年, 仇士华和蔡莲珍发表的“陶器的热释光测定年代介绍”^[47]及 1978 年王维达发表的“古代陶器的热释光年代”^[48]; 电子自旋共振, 如梁任又, 金嗣、彭子成等于 1988 年发表的“第四纪地质样品的 ESR 测年法”^[49]; 考古磁学, 如马醒华、钱方于 1978 年发表在《考古》上的“古地磁与旧石器时代考古”^[50]; 穆斯堡尔谱方法测年, 如潘贤家、孙仲因、全国樵于 1983 年发表的“公元前 2000 年河南龙山文化时期古陶片的穆斯堡尔谱研究”^[23]; 裂变径迹法测年, 如陈怀录、牛铁龄 1985 年发表的“用裂变径迹法测定白银厂黄铁矿型铜矿床的形成时代”^[51]; 其他还有铀系法、钾-氩法、黑曜岩水合法、氨基酸消施法等。

4.2 物质成分分析及原料产地研究

为了通过对古遗迹和遗物的研究了解和认识不同地区不同时期古代人类生产工艺发展变迁及文化交流, 因此希望能对遗物进行成分分析及结构分析, 从而了解遗物的化学成分, 组织结构, 可以分析原料产地及器物生产工艺, 从而为古陶瓷研究, 古冶金研究, 文物保护和修复、真伪鉴定及仿制古代生产工艺创造条件。涉及的器物有陶、瓷、玻璃、金属等^[5]。

所使用的科技方法有电子扫描显微镜, X 射线衍射, 光谱分析, 离子束分析、中子活化分析、核磁共振、穆斯堡尔谱、铅同位素比值法等。例如, 丁锡珍、王省三于 1982 年发表的“商代墓葬出土文物——铁刃铜铈锈蚀物中某些痕量元素的中子活化分析”^[52]; 苗建民等于 1997 年发表的“EDXRF 无损检测青花瓷器的研究”^[53]; 何文权等于 1999 年发表的“用 X 射线荧光分析法对珍贵邮票进行快速鉴定的技术”^[54]; 周元等于 1993 年发表的“西汉古陶的穆斯堡尔研究”^[55]; 刘方新等于 1993 年发表的“古代陶器的长石分析与考古研究”, 采用 X 衍射方法探讨古陶器原料产地^[56]; 李晓岑等于 1992 年发表的“云南早期铜鼓矿料来源的铅同位素考证”^[57]; 张增祺于 1982 年发表的“填池地质青铜器铸造及合金工艺初探”^[58]; 单炜等于 1988 年发表的“秦兵马俑彩绘成分初探”^[59]; 王步毅等于 1995 年发表的“安徽古玻璃壁分析”^[60]。

4.3 古环境研究

环境考古主要通过研究古代的气候、地质、动物、植物等自然因素, 以认识自然、环境及人类的互动关系。有关这方面的研究, 文献[7]作了较详细的报道。这方面的研究方法有动物考古学研究、植物考古学研究、古气候古地质研究。所用科技方法有植物硅酸体、孢子花粉分析、同位素分析、骨骼牙齿分析, 以及通过钻孔取样分析有孔虫、放射虫、介形虫等微小动物化石的垂直分布和水平分布状况, 可以从一个侧面了解认识环境变迁。如李非等于 1993 年发表的“葫芦河流域的古文化与古环境”^[61]; 张文绪等于 1997 年发表的“澧县梦溪八十钡出土稻谷的研究”^[62]; 竺可桢于 1991 年发表的“中国近五千年来气候变迁的初步研究”^[63-65]; 韩辉友等于 1997 年发表的“江苏高邮周墩遗址孢粉分析”^[66]; 洪雪晴于 1997 年发表的“上海市马桥遗址植硅石分析报告”^[67]等。

4.4 田野考古勘探

田野考古是考古学研究的基础, 而考古调查是田野考古的第一步。如何更多地发现和探测沉睡地下、水下的考古遗迹及遗物, 是考古研究深入的一个方面。在这方面, 现代勘探技术的应用发挥了很好的作用。如遥感、探地雷达、地震波、大地电场岩性、磁测等均起了很好的作用。如刘建国 1995 年发表的“新疆高昌北庭古城的遥感探查”^[68]; 王传雷等于 2002 年发表的“水下被淹没沉船的地球物理调查”^[69]等。

4.5 文物保护和修复

科学技术在文物保护和修复中的应用是科学技术在考古中应用的一个重要方面。它包括对文物的清洁处理, 成分和结构分析, 涂, 注保护剂和加固剂, 文物保存环境研究等。所用方法有物理和化学方法, 核测量方法, 计算机技术等。例如: 高英于 1955 年发表的“铜器去锈”^[70], 张欣如于 1960 年发表的“关于出土铁器保养问题”^[71], 周仁于 1961 年发表的“张家坡西周陶瓷烧制地区的探讨”^[72], 上海博物馆实验室于 1975 年发表的“保护青铜器的一种新方法——关于用苯骈氮唑保护青铜器的试验及应用”^[73], 湖北省荆州地区博物馆实验室于 1979 年发表的“用真空加热干燥法对古代漆、木、竹器脱水处理的实验”^[74], 李现于 1986 年发表的“炳灵寺石窟老君洞早期壁画的清理和科学保护”^[75], 樊娟于 1994 年发表的“庵泥塑土的性质及其修复材料研究”^[76], 等等。然而, 大量有关文物保护的论文发表在目前还没有成为核心期刊的《文物保护与考古科学》上。据统计, 该刊从创刊号(1989)起至 2002 年底止, 发表这方面的论文共 189 篇^[77]。

5 结束语

(1) 通过对九种核心期刊从创刊号到 2002 年底关于科技考古论文统计分析, 976 篇论文按年逐年统计表明, 我国科技考古经历了三个历史发展阶段。即倡导期(1950 - 1977), 初步发展期(1978 - 1989), 快速发展期(1990 - 2002)。这三个发展阶段与我国经济、科技发展相印证, 即解放后注意发展经济科技, 文革后恢复发展经济科技, 改革开放后加快发展经济科技。

(2) 在五大类科技方法在考古事业中应用来看, 核技术方法 360 篇, 占 36.8%; 生物方法 130 篇, 占 13.3%; 物理和化学方法 427 篇, 占 43.7%; 地球物理方法 41 篇, 占 4.2%; 计算机技术 18 篇, 占 1.8%。表明高新技术在考古中应用日益增多, 而核技术方法与物理和化学方法占据了最重要位置。

(3) 仅凭九种核心期刊论文统计不能完全反映我国科技考古的全貌。因有些方法在 976 篇论文中没有反映, 如辐射技术的应用, 核磁共振应用, …。因此, 要扩大统计分析期刊的种数。

(4) 在统计方法上尚需改进, 如某一项目中应用了几种科技方法, 在统计时只能统计主要的一种, 并把它作为一篇论文处理, 这会掩盖另外方法技术的统计。

(5) 用文献计量学的方法寻找我国科技考古发

展规律, 仅是一种尝试, 必定存在需要不断完善和改进的地方。本文目的在于引起同行的重视, 以期推动我国科技考古事业的发展。

参考文献:

- [1] 王振铎. 司南指南针与罗经盘(下)[J]. 考古学报, 1950(5): 101-176.
WANG Zhen-duo. Guidebook compass and compass plate[J]. Acta Archaeol Sin, 1950(5): 101-176.
- [2] 核心期刊要目课题组编. 中文核心期刊要目总览(第三版)[M]. 北京: 北京大学出版社, 2001年
Research Group of Core Periodical. General contents of core periodical[M]. 3rd ed. Beijing: Beijing University Press, 2001.
- [3] 夏鼐. 漫谈敦煌千佛洞和考古学[J]. 文物, 1951(5): 72-75.
XIA Nai. Review of Dunhuang qianfo grottoes and archaeology[J]. Cultural Relics, 1951(5): 72-75.
- [4] 冼鼎昌, 李学勤. 朱清时. 科技考古学的现状与展望. 农业考古, 2000(3): 17-23.
XI Ding-chang, LI Xue-qin, ZHU Qing-shi. Situation and progress of scientific and technological archaeology[M]. Agr Archaeol, 2000(3): 17-23.
- [5] 中国社会科学院考古所考古科技实验研究中心. 科学技术在考古学中的应用[J]. 考古, 1996(7): 1-11.
Centre of Science and Techniques in Archaeology, Institute of Archaeology, Chinese Academy of Social Sciences. Applications of science and technology in archaeology[J]. Archaeology, 1996(7): 1-11.
- [6] 夏鼐, 王仲殊. 考古学[A]. 见: 中国大百科全书. 考古学[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1986.
XIA Nai, WANG Zhong-shu. Archaeology[A]. In: Chinese Encyclopedia, Vol. Archaeology[M]. Beijing: China Encyclopaedia Press, 1986.
- [7] 袁靖, 刘建国, 高立兵. 中国科技考古 50 年[J]. 考古, 1999(9): 53-68.
YUAN Jing, LIU Jian-guo, GAO Li-bing. 50 years of science and techniques archaeology in China. Archaeology, 1999(9): 53-68.
- [8] 李兆龙. 核技术在考古研究中的应用[J]. 核技术, 1985(5): 50-52.
LI Zhao-long. Applications of nuclear techniques in archaeology[J]. Nucl Tech, 1985(5): 50-52.
- [9] 周国信. 麦积山石窟壁画彩塑无机颜料的 X 射线衍射分析[J]. 考古, 1991(8): 744.
ZHOU Guo-xin. X-ray diffractive analysis of inorganic pigments of colour modeling of fresco on Mai ji mountain grottoes[M]. Archaeology, 1991(8): 744.
- [10] 秦广雍, 潘贤家, 孙仲田等. 离子束分析在艺术和考古学中的应用[J]. 核技术, 1991(1): 1-7.
QIN Guang-yong, PAN Xian-jia, SUN Zhong-tian, et al. Applications of ion beam techniques in arts and archaeology[J]. Nucl Tech, 1991(1): 1-7.
- [11] J·霍斯特等著, 伍任译. 中子活化分析[M]. 北京: 原子能出版社, 1978.
J Host, WU Ren translated. Neutron activate analysis[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1978.
- [12] 李士, 秦广雍. 穆斯堡尔谱技术在考古中的应用[J]. 核技术, 1989(8-9): 557-560.
LI Shi, QIN Guang-yong. Application of Mössbauer spectroscopy in archaeology. Nucl Tech, 1989(8-9): 557-560.
- [13] 彭子城等. 铅同位素比值法在考古研究中的应用[J]. 考古, 1985(11): 1032-1037.
PENG Zi-cheng, et al. Applications of lead isotope ration in archaeology[J]. Archaeology, (11): 1032-1037.
- [14] 陈铁梅. 加速器质谱法(AMS)¹⁴C 测年的原理及其在考古学研究中的应用[J]. 文物保护与考古科学, 1990(2): 48.
CHENG Tie-mei. Principle and application of ¹⁴C dating by using AMS in Archaeology[J]. Sci Conserv Archaeol, 1990(2): 48.
- [15] 张日清, 蔡莲珍. X 荧光分析及其在考古研究中的应用[J]. 考古与文物, 1982(3): 105-108.
ZHANG Ri-qing, CAI Lian-zhen. X-ray fluorescence analysis and its applications in archaeology[J]. Archaeol Cult Relics, 1982(3): 105-108.
- [16] 中国社会科学院考古研究所实验室. 放射性碳素测定年代报告(一)[J]. 考古, 1972(1): 52-56.
Laboratory of Science and Techniques in Archaeology, Institute of Archaeology, Chinese Academy of Social Sciences. Dating reports of radio-carbon[J]. Archaeology, 1972(1): 52-56.
- [17] 陈茂柏. 上海超灵敏小型回旋加速器质谱计的研制[J]. 核技术, 2001, 24 增刊: 1-10.
CHEN Mao-bai. Mini-cyclotron based Shanghai super-sensitive accelerator mass spectrometer[J]. Nucl Tech, 2001, 24 supplement: 1-10.
- [18] Coote et al. J Radioanal Chem, 1972, 12: 491
- [19] 王维达主编. 中国热释光与电子自旋共振测定年代研究[M]. 北京: 中国计量出版社, 1997.
WANG Wei-da. Research of thermoluminescence and electron spin resonance dating in China[M]. Beijing: China Measurement Press, 1997.
- [20] 李虎侯. 热释光断代的进展[J]. 核技术, 1988, 11(1): 1-5.
LI Hu-hou. Advancement in thermoluminescence dating[J]. Nucl Tech, 1988, 11(1): 1-5.
- [21] 陈以健. ESR 测年方法概述[J]. 核技术, 1988, 11(1): 59-60
CHEN Yi-jian. General aspects of ESR dating[J]. Nucl Tech, 1988, 11(1): 59-60.
- [22] Cousins D R, Dhanmawadena K. G. Nature, 1969, 223: 732
- [23] 潘贤家, 孙仲田, 全国樵. 公元前 2000 年河南龙山文化时期古陶片的穆斯堡尔谱研究[J]. 核技术, 1983(5): 49-50.
PAN Xian-jia, SUN Zhong-tian, JIN Guo-qiao. Mössbauer spectrum study of the ancient pottery of Henan Longshan culture period(2000B.C.)[J]. Nucl Tech, 1983(5): 49-50.
- [24] R. H Wampler J.M. Isotope studies of ancient lead[J]. Am J Archaeol, 1962, 72: 63-77.
- [25] 哈鸿飞. 辐射技术在文物保护中的应用[J]. 核技术, 1986(4): 1-4.
HA Hong-fei. Conservation of archaeological works by nuclear techniques[J]. Nucl Tech, 1986(4): 1-4.
- [26] 容波, 张志军, 周洗等. 用电子束辐照加固秦俑彩绘[J]. 文物保护与考古科学, 2002, 14(2): 1-8.
RONG Bo, ZHANG Zhi-jun, ZHOU Tie, et al. Consolidation of painting layers on Qin Terracotta by electron beam radiation[J]. Sci Conserv

- Archaeol. 2002, 14(2): 1-8.
- [27] 赵志军. 植物考古学的学科定位与研究内容[J]. 考古, 2001, (7): 55-61.
ZHAO Zhi-jun. Disciplinary position and research content of paleoethnobotany[J]. Archaeology, 2001, (7): 55-61.
- [28] 尤玉柱. 动物考古学的若干方法[J]. 考古与文物, 1986, (1): 95-101.
YOU Yu-zhu. Some methods of the animal archaeology[J]. Archaeol. Cult. Relics, 1986, (1): 95-101.
- [29] 姜钦华. 花粉分析与植硅石分析的结合在考古学的应用[J]. 考古, 1994, (4): 372-375.
JIANG Qin-hua. Integration of pollen analysis and phytolith analysis and its use in archaeology[J]. Archaeology, 1994, (4): 372-375.
- [30] 周昆叔. 在陕西西安半坡遗址的工作[J]. 考古, 1963, (9): 520-521.
ZHOU Kun-shu. An analysis of the pollens unearthed at the Neolithic site of Banpo Xian[J]. Archaeology, (9): 520-521.
- [31] 王永吉, 吕浩之. 汉代五铢钱的陶范分析[J]. 海洋地质与第四季地质, 1991, 11(3): 113-124.
WANG Yong-ji, LÜ Hou-yuan. Study of plant opaline silicas and its preliminary application[J]. Sea Quat Geol, 1991, 11(3): 113-124.
- [32] 黄其煦. 灰像法在考古中的应用[J]. 考古, 1982, (4): 418-420.
HUANG Qi-xu. Application of spodigam in archaeology[J]. Archaeology, 1982, (4): 418-420.
- [33] 李士秦, 秦广雍. 现代实验技术在考古学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
LI Shi, QIN Guang-yong. Application of modern experimental techniques in archaeology[M]. Beijing: Science Press, 1991.
- [34] 王增林. 扫描电子显微境在考古中的应用简介[J]. 考古, 1994, (11): 1043-1046.
WANG Zeng-lin. Application of scanning electron microscope in archaeology[J]. Archaeology, 1994, (11): 1043-1046.
- [35] 张炜, 单伟芳, 郭时清. 汉代漆器的剖析[J]. 文物保护与考古科学, 1995, 7(2): 28-36.
ZHANG Wei, SHAN Wei-fang, GUO Shi-qing. Analysis of Chinese lacquer wares from Han Dynasty[J]. Sci Conserv Archaeol, 1995, 7(2): 28-36.
- [36] 刘建国. 遥感考古的原理与方法[J]. 考古, 1994, (4): 367-371.
LIU Jian-guo. Theory and methods of remote sensing in archaeology[J]. Archaeology, 1994, (4): 367-371.
- [37] 汪祖进. 面向文物保护的新技术及其集成应用[J]. 文物保护与考古科学, 2002, 14(2): 52-58.
WANG Zu-jin. Application of 3S-technology and its integration in protection of cultural relics[J]. Sci Conserv Archaeol, 2002, 14(2): 52-58.
- [38] 高洪兴. 天津南部地质古河道遥感影像特征及其反映深度[A], 见遥感文选[C]. 北京: 科学出版社, 1981.
GAO Hong-xing. Imaging characteristic and reflecting deep of remote sensing on geological ancient river course in the south of Tianjin city. In: Selected papers of remote sensing[C]. Beijing: Science Press, 1981.
- [39] 李大心, 祁明松. 探地雷达探测古矿坑遗址研究[J]. 地球科学, 1992, 17(6): 719-726.
LI Da-xin, QI Ming-song. Study on georadar exploration for ancient mining traces. Earth Sci, 17(6): 719-726.
- [40] 姚萌, 刘树人, 张忠良. 探地雷达对浙江绍兴印山大墓无损探测方法研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 1998, (4):
YAO Meng, LIU Shu-ren, ZHANG Zhong-liang. Research of nondestructive detecting method of Yinshan big tomb by using georadar in Shaoxing city of Zhejiang province[J]. J East China Normal Univ(Nat ed-it), 1998, (4):
- [41] 阎桂林. 考古磁学—磁学在考古中的应用[J]. 考古, 1997, (1): 85-91.
YAN Gui-lin. Archaeomagnetism—the application of magnetism in archaeology[J]. Archaeology, 1997, (1): 85-91.
- [42] 陈维汉, 许贻铨. 大地电场岩性探测技术在故陵楚墓勘察中的应用[M]. 见中国科学院地球物理研究所, 三峡库区地下文物勘查方法研究. 1995, 83-95.
CHENG Wei-han, XU Yi-quan. Applications of lithology detected techniques of earth electric field in exploring ancient tomb in Lingchu [A]. In: Institute Of Globe Physics the Chinese Academy of Sciences. Research of exploring method Of underground cultural relics on Shanxia reservoir district[M]. 1995, 83-95.
- [43] 郑军, 李杏. 计算机技术在文物保护中的应用[J]. 文物保护与考古科学, 1999, 11(1): 51-59.
ZHENG Jun, LI Xing. Applications of computer in conservation of cultural relics[J]. Sci Conserv Archaeol, 1999, 11(1): 51-59.
- [44] 霍立治. 计算机与考古学[J]. 中国历史博物馆馆刊, 1995, (1): 69-78.
HUO Li-zhi. Computer and archaeology[J]. Bull Museum Nat Chin Hist, 1995, (1): 69-78.
- [45] 高立兵. 时空解释新手段—欧美考古GIS研究的历史, 现状和未来[J]. 考古, 1997, (7): 89-95.
GAO Li-bing. New methods explicated time and space—history, situation and future of research archaeological GIS[J]. Archaeology, 1997, (7): 89-95.
- [46] 河南省文物研究所等. 河南颖河上游考古调查中应用GPS和GIS的初步报告[J]. 华夏考古, 1998, (1): 1-16.
Henan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, China, and Anthropology Department of Missouri State University, USA. A preliminary report on the application of GPS and GIS in archaeological surveys in the upper yinghe river valley, Henan[J]. Huaxia Archaeology, 1998, (1): 1-16.
- [47] 仇士华, 蔡莲珍. 陶器的热释光测定年代介绍[J]. 考古, 1978, (5): 344-351.
QIU Shi-hua, CAI Lian-zhen. Introduction of TL dating on pottery [J]. Archaeology, 1978, (5): 344-351.
- [48] 王维达. 古代陶器的热释光年代[J]. 考古, 1979, (1): 82-88.
WANG Wei-da. TL dating of ancient pottery[J]. Archaeology, 1979, (1): 82-88.
- [49] 梁任又, 金嗣翥, 彭子成等. 第四纪地质样品的ESR测年法[J]. 核技术, 1988, 11(11): 49-55.
LIANG Ren-you, JIN Si-zhao, PENG Zi-cheng, et al. ESR dating of the quaternary geological samples[J]. Nucl Tech, 1988, 11(11): 49-55.
- [50] 马醒华, 钱方. 古地磁与旧石器时代考古[J]. 考古, 1978, (3): 352-357.

- MA Xing-hua, QIAN Fang. Ancient geomagnetism and archaeology of the Old Stone Age[J]. *Archaeology*, 1978, (3): 352-357.
- [51] 陈怀录, 牛铁龄. 用裂变径迹法测定白银厂黄铁矿型铜矿床的形成时代[J]. *核技术*, 1985, (4): 32.
- CHEN Huai-lu, NIU Tie-ling. Fission track dating of Baiyinchang pyritic copper deposits[J]. *Nucl Tech*, 1985, (4): 32.
- [52] 丁锡珍, 王省三. 商代墓葬出土文物——铁刃铜铈锈蚀物中某些痕量元素的中子活化分析[J]. *核技术*, 1982, 5: 69.
- DING Xi-Zhen, WANG Xing-san. NAA of some trace elements in rust of the iron edge of a bronze battle-unclear from the grave of Shang Dynasty[J]. *Nucl Tech*, 1982, 5: 69.
- [53] 苗建民, 余君岳, 李德卉. EDXRF 无损检测青花瓷器的研究[J]. *核技术*, 1997, 20 (9): 538-542.
- MIAO Jian-min, YU Jun-yue, LI De-hui. Study on blue and white porcelain by EDXRF method[J]. *Nucl Tech*, 1997, 20 (9): 538-542.
- [54] 何文权, 承焕生, 丁艳芳, 等. 用 X 射线荧光分析法对珍贵邮票进行快速鉴定的技术[J]. *核技术*, 1999, 22 (1): 53-59.
- HE Wen-quan, CHENG Huan-sheng, DING Yan-fang. A quick appraisal technique of precious stamps based on X-ray fluorescence analysis. *Nucl Tech*, 1999, 22 (1): 53-59.
- [55] 周元, 戴开美, 刘荣川, 等. 西汉古陶的穆斯堡尔研究[J]. *核技术*, 1993, 16 (3): 141-145.
- ZHOU Yuan, DAI Kai-mei, LIU Rong-chuan et al. Mössbauer study of a Western Han Dynasty pottery figure. *Nucl Tech*, 1993, 16 (3): 141-145.
- [56] 刘方新, 王昌燧, 姚昌伦. 古代陶器的长石分析和考古研究. *考古学报* 1993, (2): 239-250.
- LIU Fang-xin, WANG Chang-sui, YAO Chang-lun, et al. Feldspar analysis and archaeological study of ancient pottery. *Acta Archaeol Sin*, 1993 (2): 239-250.
- [57] 李晓岑, 等. 云南早期铜鼓矿料来源的铅同位素考证[J]. *考古*, 1992, (5): 464-470.
- LI Xiao-cen, et al. Textual research of lead isotope on ore source of bronze drum in early period from Yunnan province[J]. *Archaeology*, 1992, (5): 464-470.
- [58] 张增祺. 滇池地区青铜器铸造及合金工艺初探[J]. *考古与文物*, 1982, (1): 86-91.
- ZHANG Zeng-qi. A preliminary study on the casting and alloy techniques of the bronze from the Dianchi area[J]. *Archaeol Cult Relics*, 1982, (1): 86-91.
- [59] 单炜, 赵西晨. 秦兵马俑彩绘成分初探[J]. *考古与文物*, 1988, (11): 104.
- SHAN Wei, ZHAO Xi-chen. Preliminary analysis on composition of coloured drawing from troops and horses figures in Qin Dynasty[J]. *Archaeol Cult Relics*, 1988, (11): 104.
- [60] 王步毅, 王昌燧, 解淑铃, 等. 安徽古玻璃壁分析[J]. *考古与文物* 1995, (5): 75-77.
- WANG Bu-yi, WANG Chang-sui, JIE Shu-ling, et al. Analysis of ancient glass from Anhui[J]. *Archaeol Cult Relics*, 1995, (5): 75-77.
- [61] 李非, 李冰城, 水涛. 葫芦河流域的古文化与古环境[J]. *考古* 1993, (9): 822-842.
- LI Fei, LI Bing-cheng, SHUI Tao. Ancient culture and environment in the valley of the Hulu river. *Archaeology*, 1993, (9): 822-842.
- [62] 张文绪, 裴安平. 澧县梦溪八十号出土稻谷的研究[J]. *文物*, 1997, (1): 36-41.
- ZHANG Wen-xu, PEI An-ping. The study on the ancient rice from Bashidang, Mengxi In Linian county[J]. *Cult Relics* 1997, (1): 36-41.
- [63] 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究[J]. *考古学报*, 1991, (1): 15.
- ZHU Ke-zhen. Preliminary research of climate change during 5000 years in China[J]. *Acta Archaeol Sin*, 1991, (1): 15.
- [64] 柯曼红, 孙建中. 西安半坡遗址的古植被和古气候[J]. *考古*, 1990, (1): 87-91.
- KE Man-hong, SUN Jian-zhong. Paleobotanical and paleoclimatological study of the Banpo site. *Archaeology*, 1990, (1): 87-91.
- [65] 孔照宸, 刘长江, 张居中. 河南南阳贾湖遗址八千年前水稻遗存的发现及其在环境考古学上的意义[J]. *考古*, 1996, (12): 78-83.
- KONG Zhao-chen, LIU Chang-jiang, ZHANG Ju-zhong. Discovery of rice remains of 8000 B.C. at Jiahu site, Wuyang county, Henan and their significance in environmental archaeology. *Archaeology*, 1996, (12): 78-91.
- [66] 韩辉友, 朱诚. 江苏高邮周邗墩遗址孢粉分析[J]. *考古学报*, 1997, (4): 512.
- HAN Hui-you, ZHU Cheng. Pollen analysis in excavations of the Zhoubeidun site in Gaoyou, Jiangsu. *Acta Archaeol Sin*, 1997, (4): 512.
- [67] 洪雪晴. 上海市马桥遗址植硅石分析报告[J]. *考古学报*, 1997, (2): 231.
- HONG Xu-qin. Report of phytolith analysis in excavations at the Maqiao site in Minhang district, Shanghai city. *Acta Archaeol Sin*, 1997, (2): 231.
- [68] 刘建国. 新疆高昌北庭古城的遥感探查[J]. *考古*, 1995, (8): 748-753.
- LIU Jian-guo. Detecting by remote sensing in Beiting ancient city, Gaochang, Xinjiang province[J]. *Archaeology*, 1995, (8): 748-753.
- [69] 王传雷, 曲明松, 曲赞. 水下被淹没沉船的地球物理调查[J]. *江汉考古*, 2002, (1): 79-82.
- WANG Chuan-lei, QU Ming-song, QU Zan. Geophysical investigation of sunk ships. *Jianhan Archaeology*, 2002, (1): 79-82.
- [70] 高英. 铜器去锈. *考古*, 1955, (3): 61-66.
- GAO Ying. Throw away rust of copper waves. *Archaeology*, 1955 (3): 61-66.
- [71] 张欣如. 关于出土铁器保养问题. *考古*, 1960, (6): 39.
- ZHANG Xin-ru. Conservation questions of ironwares from underground. *Archaeology*, 1960 (6): 39.
- [72] 周仁, 李家治, 郑永圃. 张家坡西周陶瓷烧制地区的探讨. *考古*, 1961, (8): 444-445.
- ZHOU Ren, LI Jia-zhi, ZHENG Yong-pu. Investigation of modulate area on West-Zhou Ceramics in Zhang jiapo. *Archaeology*, 1961, (8): 444-445.
- [73] 上海博物馆实验室. 保护古青铜器的一种新方法——关于用苯并氮唑保护青铜器的试验及应用. *考古*, 1975, (3): 195.
- Laboratory of Shanghai Museum. A new method of conservation of ancient bronzeware - research and application of conservation ancient bronzeware by using benzotriazole. *Archaeology*, 1975, (3): 195.

- [74] 湖北省荆州地区博物馆. 用真空加热干燥法对古代漆、木、竹器处理的实验. 考古, 1979, (6): 571.
Museum of Jingzhou area of Hubei province. Experiment of dehydration treatment of ancient lacquer wares wooden furniture, articles made of bamboo by using methods of vacuum heating dry. Archaeology, 1979, (6): 571.
- [75] 李 现. 炳灵寺石窟老君洞早期壁画的清理和科学保护. 考古, 1986, (8): 749.
Li Xian. Creaving of early painting and science conservation on Lao jun cavity in Binglin temple. Archaeology, 1986, (8): 749.
- [76] 樊 娟. 水陆庵泥塑土的性质及其修复材料研究. 考古与文物, 1994 (6): 31.
FAN Juan. Quality of clay sculpture's soil and research of its repairing material in Shuilu temple. Archaeol Cult Relics, 1994 (6): 31.
- [77] 文物保护与考古科学编辑部.《文物保护与考古科学》1989 - 2002分类总目录. 文物保护与考古科学, 2002 14 (增刊): 356 - 365.
Editorial board of science of conservation and archaeology. Classification Index of 1989 - 2002. Sci Conserv Archaeol, 2002, 14 (supplement): 356 - 365.

Development of scientific and technological archaeology in China based on an analysis of document metrology of nine kind of core periodical

QIAN Jun - long, XIONG Ying - fei, PAN Xiao - lun

(The Editorial Board of Sciences of Conservation and Archaeology, Shanghai Museum, Shanghai 200231, China)

Abstract: Method of documentary metrology is used in a statistical investigation of papers on scientific and technological archaeology from nine core periodicals. Eight of them are archaeological, and one is physical or of atomic energy science and techniques. Each of them was counted from the start to the of 2002 end. Total number of the papers is 976. Three platforms of the statistical curves were discovered based on the counts of the years, corresponding to the three historical development periods of scientific and technological archaeology in China, they were called initiation period (1950 - 1957), preliminary period (1978 - 1989), and high speed development period (1990 - 2002). The three development periods have reflected the economical and scientific and technological developments. The papers are classified by the five main scientific methods used for the archaeological research, the number of papers using each method are listed here: nuclear techniques 360 pieces which occupies 36.8%, biological methods 130 pieces which occupies 13.3%, physical and chemical methods 427 pieces which occupies 43.7%, earth physical methods 41 pieces which occupies 4.2%, and computer and its applications 18 pieces which occupies 1.8%. Statutes show that some high and new techniques have been applied in archaeology, and both nuclear techniques and physical and chemical methods occupy important places among all methods.

Key words: Documentary metrology; Core periodical; Scientific and technological archaeology