

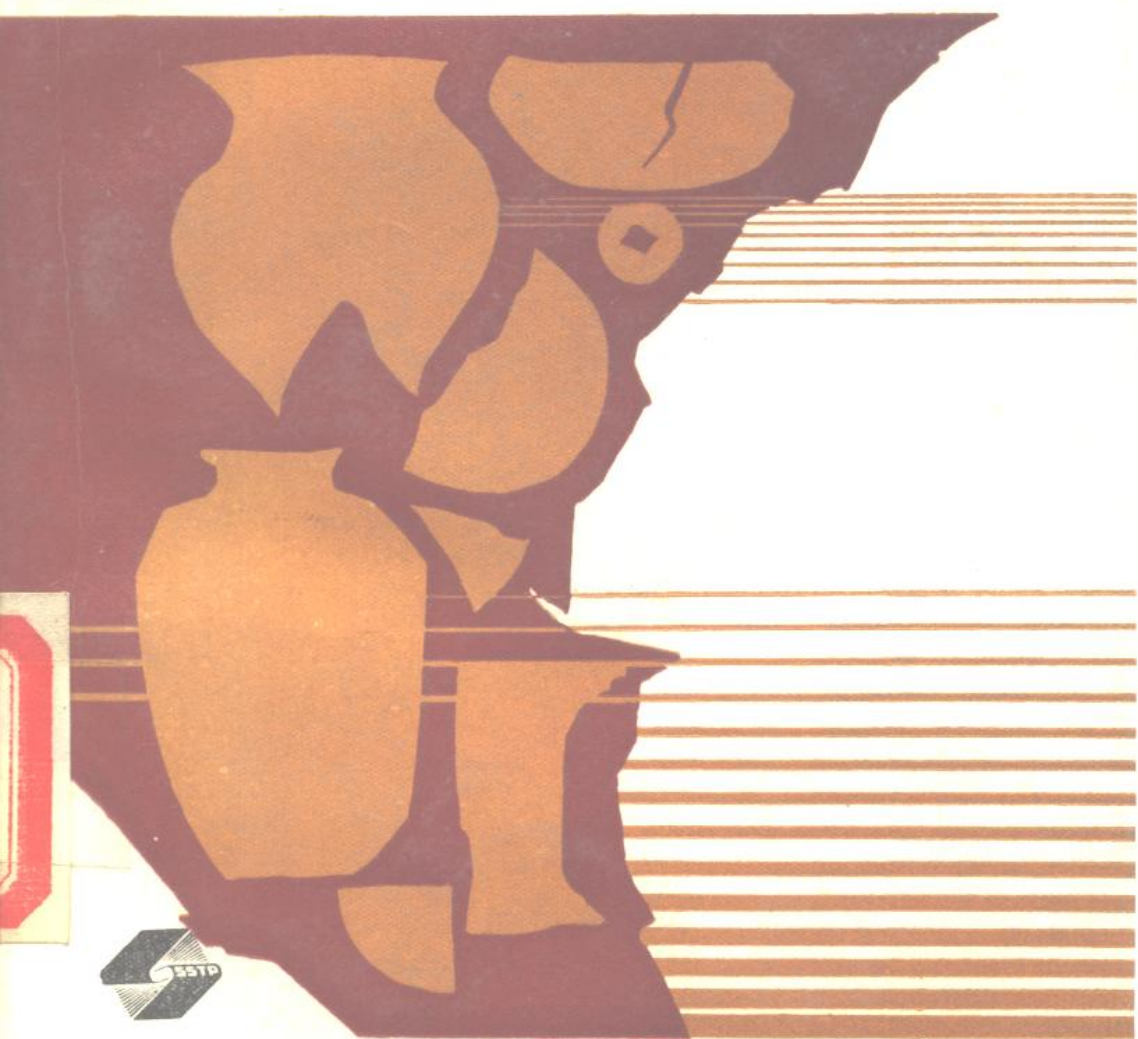
物理考古学

WULI
KAO GU XUE

金国樵 潘贤家 孙仲田



科学丛书



上海科学技术出版社

物理考古学

第10卷第1期
2015年1月出版

ISSN 1000-0463



物理考古学



中国物理学会物理考古学专业委员会



7507.18

首都师范大学图书馆



21188765

金国樵 潘贤家 孙仲田 编著

物理考古学

上海科学技术出版社



1188765

内容提要

本书对物理考古学的理论基础、仪器设备、文物分析测量技术及其在考古学中的应用方法均作了较为全面的叙述,并且阐述了现代计算机技术在考古学中的应用范围及实例。全书内容涉及:遗址勘查,分析、发掘中的物理和计算机技术;考古学年龄测定原理;考古学微观分析技术;文物鉴定;考古学信息的计量化研究;考古学信息系统设计;考古学问题的计算机模拟以及考古学信息检索与绘图。

本书读者对象:有关专业的教师、研究生、本科大学生以及从事实际工作的考古学家和有关工作人员。

物理考古学 (科学丛书)

金国樵 潘贤家 孙仲田 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海东方印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 12 字数 309,000

1980 年 9 月第 1 版 1980 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1—11,000

ISBN7-5323-1411-1/K·19

定价: 8.65 元

序

在 1977 年召开科学规划大会期间,各专业代表纷纷介绍本门学科的前沿动态。笔者应邀介绍了原子核技术的新领域,质子 X 荧光发射(PIXE)。在听众中,有幸有位冶金考古前辈,柯俊教授,他在会后与笔者详尽地讨论了用 PIXE 方法分析我国稀世珍宝——越王勾践剑的可能性。次年,柯俊教授亲自带领考古专家,携勾践剑来到复旦大学加速器实验室,与中科院上海原子核所、复旦大学合作,在我国开创了用核技术研究千年文物的新领域(在此期间,也创造了参观我们加速器实验室的人数的新记录)。不久,研究结果在国内外发表,被国际杂志引用近百次,并常为评论性文章引为核技术用于考古学的典型事例。接着,又用 PIXE、核反应、背散射等核分析方法研究了秦皇箭簇、唐代古镜等文物,均得到有意义的结果。

差不多在 10 年之后,1988 年初,我国国家自然科学基金会邀请地质、考古专家与核技术专家同坐一个桌子,讨论并通过对“加

速器质谱计”的重大科研项目的拨款。它将使 ^{14}C 分析(现代考古学的开创标志)现代化,从而为我国地质、考古研究建立崭新的工具。

在这样的形势下,曾用穆斯堡尔效应对考古学研究作出过贡献的、信阳师范学院物理考古研究所的金国樵等同志编著的《物理考古学》一书的出版,将是十分及时的。它比较全面地阐述了现代物理技术对考古学的作用,如何使一门定性描述的古老学科转向定量化的研究。

笔者祝贺本书的出版,并相信,不论是物理工作者,还是考古工作者,都将从中受到有益的启发。它将促进不同领域的学者的更紧密的协作。

杨 福 家

(复旦大学教授、中国科学院上海原子核研究所所长)

作者前言

考古学原是一门古老悠久的社会科学学科,自19世纪初在欧洲正式建立地层学为基础的考古学以来的100多年中,定性描述与单学科研究始终是它的主流,本世纪50年代以后,由于社会生产力和科学技术起飞,尤其是现代物理学和计算机技术对传统考古学的猛烈冲击,已促使封闭式的考古学研究方法,逐步开始转向计量化和多学科交叉的现代研究模式,如今,考古学不再单纯是历史学科的一个分支了,它已演变成与多种自然学科及社会学科相关联的多学科交叉的综合性学科。

考古学经历过两次重大变革,第一次起因于19世纪上半叶丹麦考古学家汤姆森(C. J. Thomsen)的“三时代”理论以及英国地质学家史密斯(William Smlth)的“地层学说”。前者把古代历史按制造生产工具的材料性质划分成石器时代、青铜器时代和铁器时代,后者是按地层叠压关系判断年代的先后。第二次是起因于本世纪50年代初美国芝加哥大学物理学家利比(W. F. Libby)

所创造的放射性碳(^{14}C)断代技术。计算机信息处理革命,正在考古学中酝酿着第三次更深刻的变革,即考古学的“计量化文理综合研究”,或称“计算机考古”。

考古学与物理学的相互渗透目前业已形成一门新兴的文理交叉边缘学科——物理考古学,它使传统的考古学研究从宏观定性时期转到了计量化新阶段,利用现代物理原理与物理仪器进行微观分析,以及用计算机作空间分布研究。物理考古学是现代考古学的主要组成部分,是当今考古学研究中的生力军,显然,物理考古学不可能替代整个考古学;相反,它只可能作为现代考古学的一个车轮,借助物理原理与物理仪器,在考古学理论指导下,研究古代文物及其来龙去脉是物理考古学的基本课题,物理考古学从分子、原子或原子核水平上去探索和获取古代社会遗存实物史料中的考古学信息,它是物理学在考古学中的实践应用,正在有力地推动考古学向深广两个维度发展,本书作者早在80年代初就看到了物理考古学在中国的发展前途,中国是世界文明古国,河南省又地处黄河中游,被喻为中华民族摇篮,古代文物极为丰富,是开展物理考古研究的良好地区。

本书对物理考古学的理论基础、仪器设备、文物分析测量技术及其在考古学中的应用方法都作了较为全面的叙述,由于物理考古学目前还是一门实验型交叉学科,本书暂侧重原理解释和应用方法的描写,力减数学内容。书中既有适合文理界专业读者的章节,也有适合业余读者的内容,有浅有深,有普有专,目的是尽量扩大读者面,旨在推广与提高我国的科技考古学知识水平。

计算机是现代一切科学技术的强大支柱,因此,把计算机技术及时引入考古学研究已是刻不容缓的工作,这也是本书的特色之一,鉴于考古学研究中信息储存和信息处理的重要性,书中有近一半内容致力于这方面的阐述。

本书的主要内容曾以讲义的形式作有关专业研究生教材,经郑州大学历史系荆三林教授的生产工具发展史硕士研究生和物理

系本书作者所带的物理考古硕士研究生使用，并在几个高等院校交流后，很受欢迎，多方来信索取。现在把讲义内容重新组织补充，重点加入了计算机考古方面知识，并承蒙由上海科学技术出版社负责出版此书，实是作者和考古界的一大喜事。本书若能在满足国内读者需要，填补这一领域空白，以及推动中国考古学走向世界的努力中起到一点作用，是作者的最大愿望。

本书可作为考古学、博物馆学、文物保护学、历史学、物理学以及文博管理工作者的参考书，也可作为高等学校有关专业的科技考古教材。

全书各章编著分工如下：前言，第一、二、五、六、七、八、九、十章，由金国樵编著；第三章由潘贤家编著；第四章由孙仲田编著；全书统稿由金国樵负责。

本书的编著出版始终受到信阳师范学院领导的大力重视、鼓励和支持，特别是没有两位前任院长张静和彭学敏高瞻远瞩的积极赞成，以及上海科学技术出版社对边缘学科的重视，此书的编著出版是不可能的，此外，作者在编写第一章的第四节和第二章的第五节时，侧重参考了西北大学刘云辉与中国社会科学院考古研究所石兴邦两位先生的大作，作者在此一并致以深切谢意，信阳师范学院物理考古研究所张红霞同志对书稿的计算机整理所作的大量工作，作者表示欣赏。

限于作者的知识水平，以及本书作为国内第一部物理考古学的著作，书中必有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

作者 1988 年元月于河南信阳

目 录

序

作者前言

第一章 概 论

1. 考古学与自然科学的汇流发展·····	1
1.1 社会科学和自然科学研究对象与方法上的变动·····	1
1.2 大科学时代的考古学·····	4
1.3 物理学和计算机进入考古学的必然性·····	7
2. 考古学简况·····	10
2.1 传统考古学发展概况·····	10
2.2 田野考古学·····	12
2.3 物理考古学·····	14
2.4 物理考古学在中国的进展·····	17
3. 中国史前考古概况·····	19
3.1 旧石器时代·····	19

3.2 新石器时代	22
3.3 史前生产工具发展中的物理知识	26
3.4 中国史前文化脉络概况	30
3.5 物理考古学在史前考古中的意义	33
4. 等待揭露的秦始皇陵谜底	34
4.1 秦始皇陵地宫之谜	34
4.2 秦始皇陵陪葬之谜	36
4.3 秦始皇陵盗焚之谜	38
4.4 秦始皇兵马俑烧制之谜	40

第二章 遗址勘查、分析、发掘中的物理和 计算机技术

1. 遗址勘查目的与方法	43
1.1 勘查目的	43
1.2 陆地勘查方法	44
1.3 空中及水下勘查方法	48
1.4 其它勘查方法	49
1.5 陆地勘查仪器简介	54
2. 各种勘查方法的物理原理	59
2.1 遥感法勘查原理	59
2.2 电法勘查原理	61
2.3 磁法勘查原理	63
2.4 电磁法勘查原理	65
2.5 其它勘查原理	67
3. 勘查结果分析处理	69
3.1 分析处理目的	69
3.2 分析处理方法	71
3.3 勘查数据滤波技术	72
3.4 勘查数据的三维图形描述	73
3.5 遥感影像处理	74
4. 计算机在考古发掘中的用途	77

4.1 考古发掘简介	77
4.2 考古发掘计算机模拟	80
4.3 考古发掘计算机登记	82
4.4 考古绘图中的计算机技术	84
5. 考古摄影中的光学技巧	86
5.1 考古摄影对象	86
5.2 野外考古摄影中的光学技巧	87
5.3 室内文物摄影中的光学技巧	93
5.4 红外电视摄影	97
5.5 X 光照相和激光全息照相在考古研究中的用途	99
5.6 物理显微摄影在考古研究中的用途	103

第三章 考古学年龄测定原理

1. 考古学年龄与自然时标	107
1.1 考古学记年方法及其意义	107
1.2 考古学自然时标	108
2. 放射性碳(^{14}C)记年法	110
2.1 ^{14}C 记年法的创造过程	110
2.2 ^{14}C 在自然界的分布与循环	113
2.3 ^{14}C 记年法原理	114
3. 热释光记年法	116
3.1 热释光记年理论	116
3.2 热释光记年方法	119
4. 穆斯堡尔谱记年法	121
4.1 穆斯堡尔效应	121
4.2 穆斯堡尔谱记年法	124
5. 电子自旋共振谱记年法	128
5.1 电子自旋共振	128
5.2 ESR 记年原理	130
6. 同位素记年法	132
6.1 同位素的衰变机制	132

6.2 同位素记年法	135
7. 古磁记年法	138
7.1 考古文物中的剩磁现象	138
7.2 古磁记年原理	140
8. 其它记年法	142
8.1 ^{14}C -加速器记年法	142
8.2 树轮记年法	144
8.3 黑曜岩和冰河淤泥层记年法	145

第四章 考古学微观分析技术

1. 谱学技术	148
1.1 γ 能谱、电子能谱	148
1.2 光谱	150
1.3 X射线荧光光谱	154
1.4 核磁共振谱, 电子自旋共振谱	157
1.5 穆斯堡尔谱, 质谱, 色谱	159
2. 显微分析	162
2.1 电镜及微探针分析	162
2.2 金相及X射线衍射分析	164
2.3 PIXE分析法, 质子显微镜	167
2.4 中子活化及激光显微分析	169
2.5 汉镜“黑漆古”的微观分析	171

第五章 文物鉴定

1. 史前文物鉴定	175
1.1 文物鉴定的科学意义与社会价值	175
1.2 石、玉器鉴定	176
1.3 陶器鉴定	180
1.4 陶器烧结温度测定	183
1.5 穆斯堡尔技术在鉴定古代陶器烧结工艺中的应用	187
2. 金属文物鉴定	189

2.1 中国古代冶金史简介	189
2.2 青铜器文物鉴定	191
2.3 铁、钢文物及古钱币鉴定	194
2.4 编钟鉴定	195
2.5 铅同位素在金属文物鉴定中的应用	200
3. 非金属文物鉴定	203
3.1 玻璃文物鉴定	203
3.2 瓷釉鉴定	205
3.3 颜料和绘画文物鉴定	208
3.4 琥珀、贝壳、照相文物鉴定	210
3.5 文物鉴定方法小结	212

第六章 计算机与考古学

1. 数学在考古学中的角色	216
1.1 考古学家与数学及计算机的关系	216
1.2 考古学中的数学模型	218
1.3 数理统计在考古学中的应用	220
1.4 模糊数学在考古学中的应用	222
1.5 系统论在考古学中的应用	225
2. 计算机在考古学中的角色	228
2.1 计算机革命对考古学的冲击	228
2.2 如何配置考古学用的计算机系统	231
2.3 考古学问题的程序设计方法	233
3. 计算机在考古学信息管理中的应用	238
3.1 考古学信息的计算机化表示方法	238
3.2 考古学信息的计算机管理	241
3.3 考古学数据库	244
3.4 考古学信息处理系统	245

第七章 考古学信息计量化研究

1. 考古学信息的计量化	248
--------------------	-----

1.1 计量化是考古学研究计算机化的前提	248
1.2 描述分析法与计量分析法的比较	249
1.3 考古学信息计量化的一般原则	251
1.4 考古学信息的计量	253
2. 文物属性的代码化	255
2.1 文物的属性	255
2.2 文物属性的数字编码	257
2.3 陶器文物的代码描述	260
3. 考古学信息的计量分析	266
3.1 考古学信息的自动分类	266
3.2 考古学信息的因素分析	269
3.3 考古学信息的空间分析	272
3.4 考古学信息的图示分析	275

第八章 考古学信息系统设计

1. 考古学信息系统设计方法	278
1.1 考古学信息系统分析与总体结构设计	278
1.2 系统功能模块划分与模块程序编写	283
1.3 考古学信息系统操作菜单驱动程序设计	288
1.4 系统功能的实现、扩充、改装	292
2. 古瓷瓷类,窑址,时代属性鉴定系统	295
2.1 古瓷鉴定的系统分析和系统设计	295
2.2 古瓷鉴定系统主要程序介绍	303

第九章 考古学问题的计算机模拟

1. 计算机模拟在考古学中的应用与问题	313
1.1 考古学中的计算机模拟对象	313
1.2 考古学中的计算机模拟语言	316
2. 考古学问题计算机模拟实例	319
2.1 古代石矛制作过程模拟	319
2.2 古陶片年龄与烧焙温度测定中的模拟	328

第十章 考古信息检索与绘图

1. 考古学信息检索	339
2. 考古学信息绘图	345
2.1 绘图数据存放格式	345
2.2 考古信息统计图绘制程序	347
2.3 考古信息分布图绘制程序	354

第一章

概 论

1. 考古学与自然科学的汇流发展

1.1 社会科学和自然科学研究对象与方法上的变动

地球上的人类、社会、自然界三者组成一个相互作用的有机整体,或者说,我们生活着的万物世界是一个多系列、多层次、多结构、无穷复杂、无限联系的庞大有机体。因此,科学自身本质上也是一个内在统一的有机知识系统,这就是说,社会科学与自然科学两者之间本质上不应存在什么不可跨越的鸿沟,客观世界原本是整体性的。德国著名量子物理学家普朗克在《世界物理图景的统一性》一书中说:“科学是内在的整体,它被分解为单独的部门不是由于事物的本质,而是由于人类认识能力的局限性。实际上存在着由物理到化学,通过生物学和人类学到社会科学的连续链条,这是任何一处都不能被打断的链条,……。”普朗克比较真实地描绘出了客观世界的整体性,由此可见,社会科学与自然科学的研究对象和研究方法并不是绝对孤立和毫无关联的,应该存在有大量共同的东西。

我国著名力学家钱伟长教授从科学知识整体性的立场上也说