

材料科学与工程著作系列
HEP Series in Materials Science and Engineering

HEP
MSE

陶瓷科技考古

Ceramic Archaeology of Science

主 编 吴 隼

副主编 张茂林 李其江 吴军明



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

主 编 吴 隼
副主编 张茂林 李其江 吴军明

陶瓷科技考古

Ceramic Archaeology of Science



TAOCI KEJI KAOGU



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

图书在版编目(CIP)数据

陶瓷科技考古 / 吴隽主编. — 北京: 高等教育出版社, 2012. 8

(材料科学与工程著作系列)

ISBN 978-7-04-034777-7

I. ①陶… II. ①吴… III. ①古代陶瓷-考古-研究-中国 IV. ①K876. 34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 145797 号

策划编辑 刘剑波 责任编辑 焦建虹 封面设计 王凌波 版式设计 杜微言
插图绘制 尹 莉 责任校对 杨凤玲 责任印制 朱学忠

| | | | |
|------|---------------------|------|---|
| 出版发行 | 高等教育出版社 | 咨询电话 | 400-810-0598 |
| 社 址 | 北京市西城区德外大街 4 号 | 网 址 | http://www.hep.edu.cn |
| 邮政编码 | 100120 | | http://www.hep.com.cn |
| 印 刷 | 涿州市星河印刷有限公司 | 网上订购 | http://www.landraco.com |
| 开 本 | 787mm × 1092mm 1/16 | | http://www.landraco.com.cn |
| 印 张 | 23.5 | 版 次 | 2012 年 8 月第 1 版 |
| 字 数 | 420 千字 | 印 次 | 2012 年 8 月第 1 次印刷 |
| 购书热线 | 010-58581118 | 定 价 | 49.00 元 |

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 34777-00

前 言

考古学这一学科的产生和发展始终与自然科学技术息息相关。例如，作为考古学基础研究方法的类型学和地层学即是借鉴生物学和地质学相关知识而来的。随着自然科学技术的发展进步， ^{14}C 测年、热释光测年、X射线荧光、X射线衍射、扫描电镜等现代科学测试分析方法不断被应用于考古学研究中，不仅大大拓宽了考古学研究的领域，而且大幅提高了考古学研究的准确度和层次。在这种多学科交叉融合的大环境下，科技考古学应运而生并迅速繁荣发展。在考古学与科技考古学中，古陶瓷器由于具有出土数量多、器形变化速率和幅度大、使用过程易损坏且埋藏过程中不易被腐蚀变质等特点而常被选为典型器物，成为考古学与科技考古学的重要研究对象，并催生了陶瓷科技考古这一分支学科。

近年来，科技考古学与陶瓷科技考古迅速发展，相关专业的研究生教育也同样日新月异。例如，中国科学技术大学、中国科学院研究生院相继建立了科技史与科技考古系，中国科学院上海硅酸盐研究所、郑州大学等单位多年来也培养了多名陶瓷科技考古专业的研究生。景德镇陶瓷学院从2007年开始培养科技史专业的陶瓷科技考古、陶瓷科技史、陶瓷科技与社会等方向的研究生，编者近年来为研究生讲授陶瓷科技考古课程，深感缺乏相关教材的困苦。学术界目前不仅没有陶瓷科技考古的教材或专著，甚至连陶瓷考古的相关教材都很少见，相关的仅有金国樵先生等编撰的《物理考古学》、李士先生等编撰的《现代实验技术在考古学中的应用》、赵从苍先生主编的《科技考古学概论》和陈铁梅先生编著的《科技考古学》等。这些著作论及科技考古学的各个方面，对陶瓷科技考古略有涉及，但篇幅不大。鉴于此，编者参阅了较多的中外文文献，结合多年来教学、科研实践，撰写了这本书。

本书共分8章，基本按照陶瓷科技考古的研究顺序编写，力求相关专业的学生能通过本书对陶瓷科技考古有较为系统的了解。第一章主要论述陶瓷科技考古的相关概念、与考古学、科技考古学等学科的关系以及学科发展简史等；第二章简要介绍古陶瓷相关遗址的调研、勘探与发掘；第三章介绍古陶瓷元素

前言

组成、物相组成、显微结构、物理性能等分析方法；第四章从原料配方、成型、装饰和烧成等方面介绍古陶瓷的制作工艺；第五章简要介绍古陶瓷文物的破坏原因、破坏机制以及常见的古陶瓷文物修复方法；第六章介绍成分法与热释光法等古陶瓷时空定位中的应用；第七章介绍陶瓷科技考古中常用的数据分析方法；第八章综述近年来陶瓷科技考古领域内若干焦点学术问题，例如陶器的起源、原始瓷的产地、瓷器的起源等，并对陶瓷科技考古学科的发展趋势和前景做了简要展望。

本书由吴隽、张茂林、李其江、吴军明合编，吴隽任主编，各章节具体分工如下：第一、八章由吴隽、张茂林编写，第三章由吴隽、李其江编写，第六章由吴隽、吴军明编写，第二、七章由张茂林编写，第四章由李其江编写，第五章由吴军明编写。

本书涉及物理、化学、陶瓷材料学、考古学、科技考古学等多个学科的知识，且近年来国内外学者在相关领域内研究硕果累累，由于编者水平有限，书中错误或遗漏之处敬请广大读者批评指正。

编者
2012.5

目 录

| | |
|---------------------------|----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 1.1 陶瓷科技考古概述 | 1 |
| 1.1.1 考古学与科技考古学 | 1 |
| 1.1.2 陶瓷科技考古学 | 3 |
| 1.1.3 陶瓷科技考古的基本理论 | 4 |
| 1.1.4 陶瓷科技考古的研究方法 | 6 |
| 1.1.5 陶瓷科技考古与传统陶瓷考古的联系与区别 | 8 |
| 1.2 陶瓷科技考古的研究对象及基本过程 | 9 |
| 1.2.1 陶瓷科技考古的研究对象 | 9 |
| 1.2.2 陶瓷科技考古的研究过程 | 11 |
| 1.3 陶瓷科技考古发展简史与研究现状 | 15 |
| 1.3.1 陶瓷科技考古简史 | 15 |
| 1.3.2 国内陶瓷科技考古的研究现状 | 20 |
| 参考文献 | 21 |
| 第二章 古陶瓷相关遗址的调研、勘探与发掘 | 23 |
| 2.1 文献调研 | 23 |
| 2.2 传统考古调查 | 25 |
| 2.2.1 地面踏查 | 25 |
| 2.2.2 钻探 | 26 |
| 2.3 科技考古勘探 | 28 |
| 2.3.1 遥感考古 | 28 |
| 2.3.2 考古地球物理勘探法 | 32 |
| 2.3.3 考古地球化学勘探法 | 35 |
| 2.4 遗址发掘 | 36 |
| 2.4.1 田野考古照相 | 36 |
| 2.4.2 田野考古测量 | 37 |
| 2.4.3 田野考古绘图 | 37 |
| 2.4.4 古陶瓷标本采集 | 39 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 2.5 水下考古 | 40 |
| 2.5.1 水下考古简史 | 40 |
| 2.5.2 水下考古的特点 | 42 |
| 2.5.3 水下考古勘探 | 43 |
| 2.5.4 水下考古发掘 | 43 |
| 参考文献 | 45 |
| | |
| 第三章 古陶瓷科学技术分析 | 47 |
| 3.1 化学成分分析 | 48 |
| 3.2 显微结构分析 | 52 |
| 3.2.1 光学显微镜在古陶瓷结构分析中的应用 | 52 |
| 3.2.2 电子显微镜在古陶瓷结构分析中的应用 | 68 |
| 3.3 物相结构分析 | 84 |
| 3.3.1 X射线衍射分析 | 85 |
| 3.3.2 拉曼光谱法 | 86 |
| 3.3.3 红外光谱法 | 89 |
| 3.3.4 X射线吸收精细结构 | 90 |
| 3.3.5 穆斯堡尔谱学分析 | 93 |
| 3.3.6 X射线光电子能谱 | 97 |
| 3.4 物理性能分析 | 99 |
| 3.4.1 显气孔率、吸水率及体积密度 | 99 |
| 3.4.2 色度 | 101 |
| 3.4.3 白度 | 104 |
| 3.5 热性能分析 | 107 |
| 3.5.1 热膨胀法 | 107 |
| 3.5.2 差热分析 | 108 |
| 参考文献 | 111 |
| | |
| 第四章 古陶瓷工艺基础 | 115 |
| 4.1 古代制瓷原料 | 115 |
| 4.1.1 瓷石 | 116 |
| 4.1.2 黏土 | 122 |
| 4.1.3 长石 | 131 |
| 4.1.4 石英 | 138 |
| 4.1.5 其他原料 | 142 |

| | | |
|------------|------------------------|------------|
| 4.2 | 成型工艺 | 148 |
| 4.3 | 装饰工艺 | 151 |
| 4.3.1 | 瓷釉装饰 | 151 |
| 4.3.2 | 彩绘装饰 | 153 |
| 4.3.3 | 坯体装饰 | 154 |
| 4.4 | 烧成工艺 | 156 |
| 4.4.1 | 无窑平地堆烧 | 157 |
| 4.4.2 | 升焰式圆窑 | 157 |
| 4.4.3 | 半倒焰馒头窑 | 160 |
| 4.4.4 | 平焰龙窑 | 166 |
| 4.4.5 | 半倒焰连房窑 | 170 |
| 4.4.6 | 景德镇窑 | 171 |
| | 参考文献 | 174 |
| 第五章 | 古陶瓷文物的修复 | 175 |
| 5.1 | 文物修复与保护概述 | 175 |
| 5.2 | 古陶瓷损毁的主要原因 | 177 |
| 5.3 | 古陶瓷残缺与补全的概念及认识 | 179 |
| 5.3.1 | 古陶瓷残缺补全的意义 | 180 |
| 5.3.2 | 古陶瓷补全的目的 | 180 |
| 5.3.3 | 古陶瓷残缺补全的原则 | 181 |
| 5.4 | 古陶瓷修复常用工具和材料 | 183 |
| 5.4.1 | 清洗材料和常用工具 | 183 |
| 5.4.2 | 常见加固材料 | 185 |
| 5.4.3 | 黏结材料和常用工具 | 185 |
| 5.4.4 | 补全材料 | 186 |
| 5.4.5 | 打底工具 | 189 |
| 5.4.6 | 着色材料和常用工具 | 189 |
| 5.4.7 | 上光材料和常用工具 | 190 |
| 5.5 | 古陶瓷修复所需条件和设施 | 190 |
| 5.5.1 | 工作室需具备的条件 | 190 |
| 5.5.2 | 工具室需配置的主要设备 | 191 |
| 5.6 | 古陶瓷修复与保护的工艺过程和方法 | 191 |
| 5.6.1 | 图形资料整理 | 192 |
| 5.6.2 | 清洗 | 192 |

| | | |
|------------|----------------------------------|------------|
| 5.6.3 | 检测和加固 | 193 |
| 5.6.4 | 拼合 | 196 |
| 5.6.5 | 黏结 | 196 |
| 5.6.6 | 补全上色 | 196 |
| 5.7 | 典型古陶瓷文物修复实例介绍 | 201 |
| 5.7.1 | 素陶——良渚文化扁足陶鼎的修复 | 201 |
| 5.7.2 | 越窑青瓷的修复 | 203 |
| 5.7.3 | 紫砂壶的修复 | 205 |
| 5.7.4 | 明正德青花黄釉盘冲口的修复 | 205 |
| | 参考文献 | 207 |
| 第六章 | 古陶瓷文物的时空定位 | 209 |
| 6.1 | 古陶瓷文物时空定位的意义 | 210 |
| 6.1.1 | 古陶瓷在中国文明以及世界文明发展中的地位 | 210 |
| 6.1.2 | 古陶瓷时空定位的重要性和必要性 | 211 |
| 6.2 | 古陶瓷成分分析与时空定位 | 211 |
| 6.2.1 | 成分分析技术应用于古陶瓷时空定位的理论基础 | 213 |
| 6.2.2 | 成分分析技术在古陶瓷时空定位中的应用条件 | 216 |
| 6.2.3 | 古陶瓷时空定位中的常用成分分析技术 | 219 |
| 6.3 | 热释光技术与古陶瓷测年 | 239 |
| 6.3.1 | 热释光的发展简史 | 239 |
| 6.3.2 | 热释光测定古陶瓷年代的基本原理 | 240 |
| 6.3.3 | 热释光测定古陶器年代的方法 | 243 |
| 6.3.4 | 热释光测定古瓷器年代的方法 | 249 |
| 6.3.5 | 热释光在古陶瓷测年研究中的优缺点 | 256 |
| 6.3.6 | 热释光在古陶瓷年代判别中的应用 | 258 |
| 6.3.7 | 热释光测年方法的发展方向及展望 | 259 |
| 6.4 | ^{14}C 测年技术 | 260 |
| 6.4.1 | 概述 | 260 |
| 6.4.2 | ^{14}C 断代的基本原理 | 260 |
| 6.4.3 | 常规的 ^{14}C 断代分析技术 | 263 |
| 6.4.4 | 碳年龄的表达方式和误差 | 266 |
| 6.4.5 | ^{14}C 断代技术的进展 | 268 |
| 6.4.6 | ^{14}C 断代技术的应用 | 272 |
| 6.5 | 其他古陶瓷文物时空定位分析技术 | 273 |

| | | |
|------------|--------------------------------|------------|
| 6.5.1 | 电子自旋共振 | 273 |
| 6.5.2 | 考古地磁年代测定法 | 278 |
| | 参考文献 | 280 |
| 第七章 | 陶瓷科技考古中的数据分析方法 | 283 |
| 7.1 | 描述性统计分析 | 283 |
| 7.1.1 | 数据的代表值 | 284 |
| 7.1.2 | 数据的离散程度 | 286 |
| 7.1.3 | 数据分布形态 | 287 |
| 7.2 | 多元数据的降维 | 288 |
| 7.2.1 | 主成分分析 | 288 |
| 7.2.2 | 因子分析 | 290 |
| 7.2.3 | 对应分析 | 291 |
| 7.2.4 | 实例 | 292 |
| 7.3 | 样品的归类 | 296 |
| 7.3.1 | 判别分析 | 297 |
| 7.3.2 | 人工神经网络 | 300 |
| 7.3.3 | 粗糙集理论 | 302 |
| 7.3.4 | 实例 | 303 |
| 7.4 | 样品的分类 | 306 |
| 7.4.1 | 聚类分析 | 306 |
| 7.4.2 | 实例 | 309 |
| | 参考文献 | 312 |
| 第八章 | 陶瓷科技考古中的若干前沿问题及展望 | 315 |
| 8.1 | 陶器起源的相关问题 | 315 |
| 8.1.1 | 陶器的起源时间 | 316 |
| 8.1.2 | 陶器的起源方式 | 320 |
| 8.1.3 | 早期陶器的工艺特征 | 321 |
| 8.2 | 原始瓷与瓷器起源问题 | 326 |
| 8.2.1 | 原始瓷与瓷器的器质判别 | 326 |
| 8.2.2 | 北方地区出土原始瓷的产地 | 336 |
| 8.3 | 瓷釉的起源问题 | 338 |
| 8.3.1 | 我国陶瓷釉的起源方式探讨 | 339 |
| 8.3.2 | 我国成熟瓷釉的出现 | 344 |

目录

| | |
|------------------------|-----|
| 8.4 钧窑的始烧年代 | 346 |
| 8.4.1 北宋说 | 346 |
| 8.4.2 金代说 | 349 |
| 8.4.3 元代说 | 350 |
| 8.4.4 总结展望 | 351 |
| 8.5 窑变及其产生机理 | 352 |
| 8.5.1 窑变的含义 | 352 |
| 8.5.2 窑变产生的原因 | 354 |
| 8.5.3 窑变机理研究的新思路 | 355 |
| 8.6 陶瓷科技考古前景展望 | 357 |
| 参考文献 | 359 |

第一章

绪论

考古学虽然属于人文科学领域，但是这一学科的产生和发展却始终与自然科学技术息息相关。特别是近些年来，随着自然科学及现代测试分析技术的迅速发展，考古学与自然科学交叉融合，其研究对象和方法日益拓宽，获取了更为广泛的古代人类的活动信息，逐渐形成了科技考古这一新兴的学科。在考古学中，陶瓷器由于具有出土数量多、器形变化速率和幅度大、使用过程易损坏且埋藏过程中不易被腐蚀变质等特点而常被选为典型器物，为复原古代社会历史提供了必要的信息。因而，自考古学诞生以来，对古陶瓷器的研究一直占有非常重要的地位。同时，古陶瓷也是科技考古的重要研究对象，在研究古代工艺技术的发展演变规律以及不同地区的经济文化交流等方面起到了不可或缺的作用，形成了陶瓷科技考古这一分支学科^[1-3]。

1.1 陶瓷科技考古概述

1.1.1 考古学与科技考古学

“考古学”一词是日本学者受中国宋代吕大临《考古图》书名的启发，翻译英语的“archaeology”而来。但是，什么是考古学，目前

没有一个得到大家公认的定义。一般认为，考古学是利用考古调查和考古发掘所获得的古代人类遗留下来的实物资料，并运用各有关的知识 and 资料进行综合分析研究，恢复历史本来面貌的一门学科。它属于人文科学的领域，是历史科学的重要组成部分。这个定义中强调了考古学的研究对象和研究目标，其缺陷是没有概括出学科研究的基本理论和方法^[4]。

考古学的研究对象是能够说明和复原古代社会的材料，一般可以分为三大类。一是古代人工遗存，包括遗物(人工制作的物品)和遗迹(人工建造的各种工程及遗留下来的痕迹)。遗物和遗迹所包含的范围很宽，古陶瓷器、窑址等都属于此类。二是自然遗物，包括动、植物的遗骸，制作石器、玉器、陶器等原料，等等。三是采用现代科学技术手段分析处理所得到的资料和信息。也有学者对此有不同看法，如张忠培认为考古学的研究对象应为考古学文化，而上述的三类材料是研究考古学文化所凭借的考古资料。考古学的技术则是获取考古资料的手段，如田野调查、考古勘探、发掘操作、测量绘图以及各种科学技术手段^[5,6]。

考古学的发展经历了一个漫长的历程。

欧洲的古物学、我国的金石学可以看做考古学的萌芽。而考古学真正成为一门学科肇始于19世纪中叶，这与当时自然科学的发展具有很大的关系。19世纪被称为“科学的世纪”，物理学、化学、生物学、地质学等各学科体系全面建立。19世纪30年代，英国著名地质学家查尔斯·赖尔(Charles Lyell, 1797—1875)发表了三卷本著作《地质学原理》，以十分丰富的地质学资料证明了“均变论”的观点，标志着地质学中的地层学已经成熟，也证实了远古人类的存在，从而确立了史前考古学的范畴，同时也为考古学提供了地层学的理论依据。而19世纪生物学迅猛发展，其分类学的研究方法和进化论的思想启发考古学家创建了类型学的方法。

1836年，丹麦国家博物馆馆长汤姆森(C. J. Thomsen, 1788—1865)采用类型学的方法把古代的藏品按照石器时代、青铜时代和铁器时代的顺序进行分类展出，提出了著名的“三期论”。而他的学生沃尔塞(J. Warsaae, 1821—1885)则通过田野发掘证明了三期论的正确性。此后，德国考古学家谢里曼(H. Schliemann, 1822—1890)、英国考古学家里弗斯(P. Rivers, 1827—1900)、瑞典考古学家蒙特留斯(A. Montelius, 1843—1921)等经过几十年的探索，进一步完善了考古地层学和类型学的理论。

从自然科学领域引入的考古地层学和考古类型学犹如两架发动机，推动着考古学的发展。而在考古学的发展过程中，越来越多的测试分析方法不断被应用于考古学研究中，不仅大大拓宽了考古学研究的领域，而且大幅提高了考古学研究的准确度和层次。例如：美国的利比教授于1949年建立了¹⁴C测年法，

为考古遗存研究提供了重要的时间标尺,也使得考古学从定性描述转变为定量表达的学科;20世纪中叶,中子活化分析等元素组成分析方法被应用于文物的产地研究,为考古遗存提供了空间的坐标。考古学和科学技术的不断融合,逐渐形成了科技考古学。

科技考古学是一门正在形成与发展中的科学。简单地讲,科技考古学就是通过现代科技方法来研究考古学的问题。其英文为 Archaeometry,即为考古测量的意思。显然,科技考古学的理论、方法和手段应属于自然科学的范畴,但其研究对象和目的基本与考古学一致,属于人文科学领域。因而,科技考古学是一个典型的与自然科学和社会科学皆相关的交叉学科^[1,2]。

科技考古学的研究对象与考古学的研究对象相同,即实物资料,通常包括遗迹、遗物等。与传统考古学有所不同的是,科技考古学并不一味地将陶瓷器等人类有意识加工的遗物作为重点,一些不那么引人注意的遗存,如动、植物等的遗骸,与人类活动密切相关的土壤等,通常含有非常丰富的潜信息,因而同样是科技考古学的重要研究对象。同时,随着科技的不断发展,科技考古学的研究对象也必将不断拓宽,以获取更为广泛的古代人类活动的信息。此外,考古学通常关注的是遗物外形上的异同及其所反映的考古学文化,科技考古学则是分析这些器物的工艺、产地等科技因素,进而寻求其蕴涵的与考古学文化相关的互动联系^[3]。

科技考古学的目标与考古学的目标是一致的,即重建过去的物质文化和历史图景,阐明社会发展演变的规律。

科技考古学的研究方法可以分为狭义和广义两类。狭义科技考古的研究方法可以理解为各种现代测试分析技术。例如,各种断代测年方法(¹⁴C测年法、释光测年法、钾氩测年法、顺磁共振测年法等)、元素组成分析法(中子活化法、电感耦合等离子体原子发射光谱法、X射线荧光法等)、显微分析法(光学显微镜、扫描电子显微镜、透射电子显微镜等)、物相分析法(X射线衍射等)、食谱分析法、地球物理与地球化学勘探法等。广义的科技考古学方法应理解为科技考古的方法论,与传统考古学的方法论相同^[3]。

1.1.2 陶瓷科技考古学

陶瓷是水、火、土相合的产物,是以各种黏土为主要原料,经过粉碎、成型和高温煅烧制得的材料及制品。这种将天然物质(泥土)转变为另一种有用材料或器物的过程是人类最早的创造性活动之一。陶器的发明是新石器时代的重要标志之一,距今已有万年的历史。我国黄河流域的河南、河北,长江流域的江西、浙江以及东南沿海的广东、广西等地均已发现了新石器时代早期的陶器。在制陶技术不断发展和提高的基础上,中国浙江、江西等地的先民于东汉

时期发明了瓷器，为世界文明作出了巨大贡献。在中外文化交流史上，中国瓷器也起着举足轻重的作用，远销几乎遍及亚、非、欧、美各洲，其高超的工艺技术和艺术价值成就广受赞誉，成为人们竞相追逐的对象和地位的象征。中国被世人誉为“瓷之国”，甚至因瓷而名——“China”。直至今日，陶瓷依然是人类的生产和生活中不可缺少的用品和用具。可以说陶瓷的产生和发展在人类历史的进程中起了相当重要的作用。

在考古学中，陶瓷器具有非常重要的研究价值。英国考古学家惠勒在对坦桑尼亚出土的陶瓷碎片进行研究后深有感触地说：“10世纪以后的坦噶尼喀地下埋藏的历史，就是用中国瓷器写成的。”考察陶瓷器及其生产技术的发展、演进及其在各地区各民族之间的传播情况，既是研究陶瓷手工业史的主要内容，也是探讨古代各地区各民族文化特征及物质文化交流的主要依据之一。因此，古代陶瓷器物、陶瓷窑址及其他相关的古代文化遗存便成为考古学所重点关注的对象。陶瓷遗存在考古学与科技考古学中具有非常重要的作用和意义，随着现代科学技术方法的不断引入，陶瓷科技考古学这一分支学科逐渐产生并得到了长足的发展进步。

一般来说，陶瓷科技考古是指采用现代科技分析手段或方法来研究古陶瓷相关的资料，以探讨陶瓷的产生、发展和演变规律以及蕴涵其中的古代经济、文化信息，为全面复原古代人类社会历史提供必要素材的一门学科。这是一门全新的交叉学科，与历史学、考古学、陶瓷材料等学科皆有紧密的联系。作为考古学的一个重要分支，陶瓷科技考古的最终目标同考古学的最终目标保持一致，即阐明人类社会的发展历史及其规律，大致可以分为三个方面：研究文化历史、重建古代人类的生活方式和阐明社会演变规律。当然，陶瓷科技考古只能从古陶瓷的角度研究揭露这些问题的一个侧面。因而，陶瓷科技考古学需要尽可能深入地攫取相关信息，探讨陶瓷的产生与发展演变规律及其与人类的关系，最终为实现完成人类社会演化规律和发展渊源的探索添砖加瓦。从其目的来看，陶瓷科技考古学应属于人文学科，而其主要研究方法则属于自然科学的领域范畴。

1.1.3 陶瓷科技考古的基本理论

按照赵从苍教授的观点，科技考古学遵循考古学的基本理论，包括均变论、进化论和系统论^[2]。

均变论来自于地质学，首先由英国地质学家赫顿和赖尔提出。均变论认为正在进行的地质过程也以同样的方式发生于地史时期，它们的速率和强度基本相同，主张“现在是解释过去的钥匙”，这一思想被发展为“将今论古”的现实主义原理，即在地质学研究的过程中，通过各种地质事件遗留下来的地质现象

与结果，利用现今地质作用的规律，反推古代地质事件发生的条件、过程及特点，也被称为“历史比较法”。均变论实际上还表述了发展和普遍联系的思想，任何事物都经历了产生、发展、消亡的过程，其兴衰历程有一定的规律可循，从中可以总结其发展的矛盾性和飞跃性的线索。这一学术思想对生物学、考古学等均有巨大的指导意义。

进化论来自于生物学。19世纪初，法国生物学家拉马克首先提出了生物进化论的思想。1859年，达尔文发表了科学巨著《物种起源》，系统地阐述了他的生物进化论。进化论认为，生物都有繁殖过剩的倾向，而生存空间和食物是有限的，所以生物必须“为生存而斗争”。在同一种群中的个体存在着变异，那些具有能适应环境的有利变异的个体将存活下来，并繁殖后代，不具有有利变异的个体就被淘汰。如果自然条件的变化是有方向的，则在历史过程中，经过长期的自然选择，微小的变异就得到积累而成为显著的变异。

进化论给考古学带来了巨大影响。由进化论可知，人类是进化而来的，人类所创造的文化和生存的社会也是按照一定的规律进化发展而来，那么人类的遗存物也应是进化来的。要研究古代人类社会及其规律，就必须采用进化的观点。参照生物进化存在不同的发展阶段和动物种群的变异现象原理，就可以对古代人类遗存作时空的划分，也可对不同遗存间的联系进行探讨。进化论对考古学最直接的影响就是类型学的建立。与物种的变异性和承续性相似，古代遗物也存在继承和变化。进化论认为世界的进化过程是逐渐的、连续的。类型学也认为古代文化体是不断发展的，文化的演进方式近似于物种进化的概念。进化论认为生物之间都有一定的亲缘关系，遗存同样都是物化的人类行为的保留，可以通过谱系方式联结起来。生物的进化机制是自然选择，古代社会的发展机制正是考古学探索的目标。例如，通过一组特定的器物组合，如石器、陶器、骨器、青铜器，可以推测特定的人类群体物质文化的变化，进而推测当时的进化水平。当然，受自然环境、社会环境的影响，器物组合代表着人类物质文化不同的时空阶段。进而扩之，利用各地区文化发展不同阶段的文化遗存，可建构起人类社会的发展序列。

系统论的思想源远流长，但作为一门科学的系统论，学术界公认是由美籍奥地利理论生物学家贝塔朗菲于20世纪中期创立的。系统论认为，任何一个系统都是由众多的要素构成，并按一定的秩序组织起来。任何系统都是一个有机的整体，它不是各个部分的机械组合或简单相加，系统的整体功能是各要素在孤立状态下所没有的性质。而系统本身又是上一层次系统的子系统或组成要素，系统内部的要素又可以作为子系统进行再一次分化。简而言之，系统是各要素之间和要素与整体间相互作用、联系的矛盾体。系统的各要素之间相互作用、相互联系，任意一个要素的变化将会引起其他因素发生相应的变化，这就

是系统的相关性。

就人类社会而言，它是一个既开放又巨大的复杂系统，包括政治、经济、科技、文化以及意识形态等各个层面，会随着时间的推移不断演化，而这种演化的集中体现就是人类文明的变迁，考察人类文明的变迁历史有助于人们正确理解和把握人类社会系统演化的基本规律。考古学文化间的联系是系统间的交流，文化系统直接或间接地通过某种方式与其他文化系统联系。科技考古工作者要分析每个考古学文化系统中的子系统、不同子系统交流及其作用结果。

系统论中，事物的系统性、整体性、有序性、最优化都是事物的客观规律，从中可以寻找客观规律。陶瓷器作为古代社会一种重要的手工业产品，与当时的政治、经济、文化、资源环境等都有着密切的联系，同时也是不同文化之间贸易交流的载体，因此，陶瓷科技考古应从系统论的角度出发，全面综合地研究蕴涵在古陶瓷内丰富的潜信息。

陶瓷科技考古作为考古学的分支学科，应遵循上述考古学的基本理论。当然，学科分支的特殊性以及自然科学技术的理论与方法的介入，赋予了陶瓷科技考古新的理论基础，例如产地分析理论、陶瓷工艺理论等。

古代陶瓷器的制作一般都是就地取材，可以说，资源条件是决定不同地域、不同时期影响我国各种类型古陶瓷发展的一个关键性因素。古陶瓷是由黏土等天然矿物原料按不同配方配制后加工、成型并烧制而成，其化学组成取决于所用天然原料、配方及其处理工艺等。因此，综合利用古陶瓷由于原料来源、配方的差异以及工艺制度的改进等所产生的不同地域和年代的古陶瓷样本体现在胎、釉和彩的元素组成模式(包括主次及微量元素的组成)的变化来进行古陶瓷的产地研究，甚至相对测年分析，皆成为可能。人类遗传时空框架的建立是考古学研究的基础，通过断代测年方法或地层学和类型学的研究结果，可以给出其时间标尺，那么，古陶瓷等文物的产地分析则可望为考古遗存提供准确的空间坐标。因此，产地分析理论在陶瓷科技考古，乃至整个考古学研究领域中都具有非常重要的意义和价值。

根据陶瓷工艺理论，陶瓷是指以黏土或其他矿物为主要原料，经过粉碎、混炼、成型、烧成等工艺过程制成的各种制品。陶瓷制品的原料配方和烧制工艺决定了它的组成和结构，进而极大影响了陶瓷材料的各种性能。因此，通过对古陶瓷组成、结构以及性能的测试，可推知其原料配方及烧制工艺，进而可以了解古代陶瓷工艺技术发展演变与传播的规律，为探讨古代技术、经济和文化交流提供必要的线索^[7]。

1.1.4 陶瓷科技考古的研究方法

在考古学中，基本的研究方法有三种：考古地层学、考古类型学和聚落考