

# 窑 匠 瓦

再论科技检测在古董收藏中的应用和实例剖析

姚青芳 顾问 尹光华 题名 王泰琪 编著

江西美术出版社



# 野    瓷

再论科技检测在古董收藏中的应用和实例剖析

姚青芳  顾问  
尹光华  题名  
王泰琪  编著

江西美术出版社

本书由江西美术出版社出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式  
抄袭、复制或节录本书的任何部分  
版权所有，侵权必究  
本书法律顾问：江西中戈律师事务所

### 图书在版编目(CIP)数据

野瓷：再论科技检测在古董收藏中的应用和实例剖析/  
王泰琪编著. —南昌：江西美术出版社，2009.7  
ISBN 978-7-80749-845-2

I.野… II.王… III.科学技术—应用—古玩—鉴定—  
中国—问答 IV.K870.4-44

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第104371号

顾 问：姚青芳  
题 名：尹光华  
策 划：刘 杨  
编 著：王泰琪  
编 委：王 伟 丁凌霄 俞天白 张 申 李 剑 钱梅芳  
王一叶 宋绍方 王寿琪 沈平华 王宗仁 吕 伟  
责任编辑：陈 波  
版式设计：蒋 博

书 名：野 瓷  
编 著：王泰琪  
出版发行：江西美术出版社  
地 址：南昌市子安路66号  
网 址：www.jxfinearts.com  
E-mail：jxms@jxpp.com  
经 销：新华书店  
印 刷：恒美印务（广州）有限公司  
开 本：889mm×1194mm 1/16  
印 张：13  
版 次：2009年7月第1版  
印 次：2009年7月第1次印刷  
印 数：3000  
书 号：ISBN 978-7-80749-845-2  
定 价：195.00元  
版权所有 不得翻印

### 广而告之：

1. 本书由江西美术出版社指定或委托全国新华书店或全国图书营销渠道销售
2. 博南艺术：江苏省无锡市解放西路299号银仁大厦四楼V座 邮编：214001  
E-mail：yc13093002380@126.com

空谷足音

戊子仲夏尹光华题

北京中国嘉德国际拍卖有限公司顾问、著名艺术鉴定家尹光华先生为本书题写书名。

# 序

笔者王泰琪，男，江苏无锡人，生于1954年2月，复旦大学经济学硕士，注册高级经济师，国家公务员、退休金领取专业户。

俩弟兄从小随着祖父的戒尺和祖母的慈爱长大，祖父王坤荣先生在20世纪30年代曾出资修建无锡城内公花园中的“同庚厅”，聚友品茗、欣赏古董，是当时当地较知名的收藏玩家。

上世纪60年代初的“三年自然灾害”，记得祖母曾多次去当地文物商店变卖家中古董，将所得贴补家中生活开支。“文化大革命”时期，我的家：福田巷六号，成了当时地区上的抄家重点户，记得当时红卫兵抄家还排起了队，一队还没抄完，另一队红卫兵又进院子了，十多次的“破四旧”使家中“宝物”被洗劫一空……

改革开放的劲风，吹来了盛世收藏的春天。

古董鉴赏，在漫长的人生经历中是自己的业余喜好，工作之余把玩和鉴赏古董是一次次的人生积累，只有真的将自己的理想当作一件事在做的时候，才能感受真正的快乐和满足。

有朋友说：玩古董难啊，怎么有那么多上不完的当！是啊，要想不上当，只有去学习。年轻时有位老领导吴阿海先生常用“吾日三思”的古训提醒我们；已故的李钦佩老书记曾用“成熟、老练、提高”的律句来戒励青年一代的成长。我想古董鉴赏也一样，也需要吾日三思，也需要一个成熟、老练、提高的过程。以我看，这其中关

键的一条是提高，在成熟和老练的基础上，没有提高，任何认知的水平是不会有突破的。回想自己年轻时在仕途中，忠守十年无进步，女儿骂我“肝”昏迷(官昏迷)。其实就是自己没有提高，有了苦干，没有“巧”干，损失了阳光年华，这只是吾私杂之念。如今往事均成美趣。

在鉴赏古董的经历中，千万不能“十年无进步”，否则损失可大了。也不能十年只读一本书，只认一个人做“朋友和老师”。要五湖四海、敞开胸怀、谦虚好学去广交朋友，提高自己。最关键看看自己跟着的这个人、这个“老师”的素质好不好，走的路子对不对。其实古董鉴赏水平的“提高”也是一个自我解放的过程，实现这一过程也是相当艰难。正因为难，所以才有了钻研，钻研后才知其中的乐道和水深，才能做到与时俱进，帮助你我。使自己从开始的无助，到能自觉地从执迷不悟中觉醒，从不测深渊中爬起。

多年来的体会和积累，将自己所了解到的科技在这一领域的影响和应用，向大家作一介绍，产生了撰写此书的想法。本书以问答的形式展开，对古董艺术品、古陶瓷科技检测的过程进行介绍，将科技检测作为鉴定古董艺术品真赝的辅助手段进行释疑，图文并茂，以正反两个方面剖析实例，介绍其中的内容和利弊。操觚之时，由于时间和经验关系，书中内容难免捉襟见肘，望

读者见谅。

我是一个不入流、不进圈的人。有能力、有经验、有机会时也会是个玩家，窘迫时只要见到藏品也就当作曾经拥有，不做低进高出的买卖生意，玩的就是做个明白人。说的内容以瓷为主，所以书名就称“野瓷”了。有了“野”性，想法也就随之而来，厚积薄发赏古董，厚道为人鉴古玩，揭开它的一角，是本人多年以来的心愿，供读者参考，望有所启迪。书中内容如存有不当之处，敬请指正。

有幸请到了我的无锡老乡，我十分敬重和博学厚才的艺术鉴定家尹光华先生，为本书的书名留下了墨宝，在此深表谢意。

感谢我第二故乡广西桂林的百岁老翁、艺术泰斗、人民艺术家——阳太阳先生，为我留下了青花瓷壶：清叙的国画大作，堪称真正的巅峰艺术瑰宝。

感谢故宫博物院研究员叶佩兰先生，为本书的发表题写贺词，在国内首先提出了“科技检测作为古董鉴定的辅助手段与经验科学相结合”的理论，并表达这是今后的“必走之路和发展趋势”。她与时俱进、知智厚全、利鉴利藏、弘扬创新的精神意义深远，令人鼓舞。

感谢无锡博物馆馆长陈瑞农先生的热情指导，使我对文博事业的专业知识学有小进。

感谢患难之交的老同学、著名古砚鉴赏家安

健先生为本书写跋。

感谢：王伟先生、丁凌霄小姐、张申先生、李剑先生、俞天白先生、王一叶女士、钱梅芳小姐、宋绍方先生、王寿琪先生、沈平华先生、王宗仁先生、吕伟先生等编委，为本书的顺利出版，提供实物实样、查找资料、联系征集全国各地藏家、核对依据、解题答疑。尤其是俞天白先生将计算机的专业特长融入收藏领域，并介绍了“浅析x荧光能谱分析法中的计算机应用”。

在此，特别要感谢中国国家博物馆文物科技保护中心的专家们，感谢我的导师姚青芳研究员担任本书的顾问并无私提供了他的科研成果、珍贵的实物图片资料。十分感谢姚青芳先生收我为学生，引导我在科技鉴赏古董的领域遨游。

写书容易出书难，书成之时，特别要感谢本书策划刘杨先生、责任编辑陈波先生及美术设计蒋博先生的真情相助，感谢江西美术出版社，给我提供了一个百家争鸣的平台，将自己的探索、精明、认真和诚信呈献给读者，旨在唤起藏友们“我和你、心连心”的交流。

于桂林榕湖

2009.2.1

# 目 录

## 前言 / 2

## 第一章 论述 / 3

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1. 了解“x射线荧光能谱分析”法              | 3  |
| 2. 如何认识对古陶瓷进行科学测试              | 3  |
| 3. 目前古陶瓷最常用的科学测试项目有哪些          | 4  |
| 4. 古陶瓷胎、釉、彩的化学元素分析法            | 4  |
| 5. 如何对瓷釉、胎进行非破坏性分析或微创检测分析      | 5  |
| 6. 利用“热释光测定年代”根据什么原理           | 5  |
| 7. 热释光断代技术对送检样品的要求             | 5  |
| 8. 热释光断代技术是否有可能被用来造假           | 6  |
| 9. 科学工作者如何识别利用热释光断代技术进行造假      | 6  |
| 10. x射线荧光能谱分析检测根据什么原理          | 6  |
| 11. x射线荧光能谱分析对送检样品有什么要求        | 7  |
| 12. x射线荧光能谱分析法的主要优点            | 7  |
| 13. x射线荧光能谱分析法的主要缺点            | 7  |
| 14. x射线荧光能谱分析检测是否有可能被用来造假      | 7  |
| 15. 科学工作者如何识别x射线荧光能谱分析中的瓷釉造假   | 8  |
| 16. 用洁瓷灵浸泡后的陶瓷器对检测结果是否产生影响     | 9  |
| 17. 微创采集样品的过程和如何防止“残器新做”       | 9  |
| 18. 微创采样的工具对检测结果是否产生影响         | 10 |
| 19. 什么是“朝代数据比对”和“材质数据比对”       | 10 |
| 20. 如何解读科技检测报告书中的结论术语          | 10 |
| 21. 浅析x荧光能谱分析法中的计算机应用          | 11 |
| 22. 学会使用放大设备扩大观察视角             | 12 |
| 23. 国内高新技术断代真伪鉴定的现状            | 13 |
| 24. 国内高新科技检测服务机构的现状            | 13 |
| 25. 如何像“中西医结合”那样重识古董艺术品的科技检测   | 14 |
| 26. 在收藏鉴定中科技检测手段是否“万物之灵”       | 15 |
| 27. 在收藏鉴定中科技检测手段是否“绝不可取”       | 15 |
| 28. 在科技检测中什么元素称为现代元素, 什么器物称为赝品 | 16 |
| 29. 在科技检测中没有现代元素的器物为什么也会被称为仿品  | 16 |

## 第二章 科技检测在古董收藏中的应用和实例剖析——釉面放大鉴赏图 / 18

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 宋代·汝窑1 <sup>#</sup> 面釉a放大图 | 19 |
| 宋代·汝窑2 <sup>#</sup> 面釉c放大图 | 20 |
| 宋代·钧窑面釉a放大图                | 21 |
| 宋代·酱釉瓷面釉a放大图(永济遗址)         | 22 |
| 宋代·钧窑瓷面釉a放大图(永济遗址)         | 23 |
| 宋代·钧窑瓷面釉b放大图(永济遗址)         | 24 |
| 宋代·青瓷面釉a放大图(永济遗址)          | 25 |
| 宋代·瓷面釉a放大图(永济遗址)           | 26 |
| 宋代·龙泉窑瓷面釉c放大图              | 27 |
| 宋代·龙泉窑大窑村窑瓷面釉a放大图          | 28 |
| 宋代·官窑1 <sup>#</sup> 面釉a放大图 | 29 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 宋代·官窑2 <sup>#</sup> 面釉c放大图     | 30 |
| 宋代·影青瓷面釉c放大图（水下拍摄）             | 31 |
| 元代·青花瓷1 <sup>#</sup> 蓝釉a放大图    | 32 |
| 元代·青花瓷1 <sup>#</sup> 蓝釉铁锈斑c放大图 | 33 |
| 元代·青花瓷2 <sup>#</sup> 蓝釉铁锈斑d放大图 | 34 |
| 明代成化·青花蓝釉b放大图                  | 35 |
| 明代成化·青花斗彩底款蓝釉c放大图              | 36 |
| 明代嘉靖·青花蓝釉c放大图                  | 37 |
| 明代万历·青花蓝釉a放大图                  | 38 |
| 明代中期·青花蓝釉a放大图（景德镇十八渡遗址）        | 39 |
| 清代康熙·青花蓝釉a放大图                  | 40 |
| 清代乾隆·青花蓝釉b放大图                  | 41 |
| 清代乾隆·青花底款蓝釉c放大图                | 42 |

### 第三章 科技检测在古董收藏中的应用和实例剖析——机测器物鉴赏图 / 43

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 唐、五代·南方白釉塑龙三系盘口瓶     | 44  |
| 唐、五代·南方青瓷红、绿、蓝彩孩儿枕   | 46  |
| 唐、五代·秘色瓷双系盘口刻花瓶      | 48  |
| 唐、五代·越窑青瓷龙首提梁壶       | 50  |
| 五代·越窑青瓷狻猊首香熏         | 52  |
| 宋代·钧窑天青釉渣斗型尊         | 54  |
| 宋代·钧窑天蓝釉长颈蒜头瓶        | 56  |
| 宋代·钧窑月白釉花口高足碗        | 58  |
| 宋代·钧窑海棠红釉鼓钉洗         | 60  |
| 五代·影青瓷彩斑堆塑花盆         | 62  |
| 宋代·汝窑花口碗（现代仿品）       | 64  |
| 宋代·官窑贯耳瓶             | 66  |
| 宋代·官窑弦纹瓶             | 68  |
| 宋代·官窑菊瓣洗             | 70  |
| 宋代·官窑米黄釉三足洗          | 72  |
| 南宋·官窑琮式瓶             | 74  |
| 宋代·越窑八棱盖瓶            | 76  |
| 宋代·越窑执壶              | 78  |
| 宋代·龙泉窑菊瓣碗            | 80  |
| 宋代·龙泉窑刻花长颈执壶         | 82  |
| 宋代·龙泉窑梅子青三足炉         | 84  |
| 宋代·龙泉窑黄釉刻花五管盖瓶       | 86  |
| 宋代·吉州窑海水纹炉           | 88  |
| 宋代·吉州窑海水纹花卉开光罐（现代仿品） | 90  |
| 南宋·青白釉鸟型水注           | 92  |
| 宋代·定窑印花纹菊瓣口盘（现代仿品）   | 94  |
| 宋代·建窑青釉刻花瓶           | 96  |
| 宋代·耀州窑刻花罐            | 98  |
| 元代·钧窑天青釉紫红斑四系罐       | 100 |
| 元末明初·青花荷花鱼藻纹罐        | 102 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 元末明初·青花兽耳罐           | 104 |
| 明代成化·哥窑香炉            | 106 |
| 明代成化·矾红青花龙纹碗         | 108 |
| 明代成化·青花凤纹碗           | 110 |
| 明代中期·白釉塔砖            | 112 |
| 明代嘉靖·青花折枝莲纹梅瓶        | 114 |
| 明代万历·青花龙凤纹梅瓶         | 116 |
| 明代万历·青花应龙纹梅瓶         | 118 |
| 明代万历·青花人物故事纹梅瓶（现代仿品） | 120 |
| 明代崇祯·青花釉里红盖罐         | 122 |
| 清代康熙·青花盘             | 124 |
| 清代雍正·胭脂红花觚尊          | 126 |
| 清代雍正·龙纹粉彩花觚瓶         | 128 |
| 清代雍正·青花折腰碗           | 130 |
| 清代乾隆·黄底绿釉少狮太狮彩瓷洗     | 132 |
| 清代·青花三足炉             | 134 |
| 清代乾隆·斗彩缠枝花卉纹福寿双耳尊    | 136 |
| 清代乾隆·粉彩塑龙纹梅瓶（民国仿品）   | 138 |
| 清代乾隆·描金描银寿字渣斗        | 140 |
| 清代乾隆·青花釉里红八仙碗        | 142 |
| 清代乾隆·茄皮蓝釉粉彩梅瓶        | 144 |
| 清代乾隆·冬青釉珐琅彩加粉彩如意耳盘口尊 | 146 |
| 清代乾隆·釉里红观音瓶          | 148 |
| 清代光绪·孔雀蓝釉刻龙纹胆瓶       | 150 |
| 清代光绪·描金青花盆           | 152 |
| 清代晚期·鹤竹纹高丽青瓷梅瓶       | 154 |
| 清代·高丽青瓷胆瓶（现代仿品）      | 156 |
| 清代乾隆·黄釉粉彩人物天球瓶（民国仿品） | 158 |
| 西周·饕餮纹青铜鼎            | 160 |
| 辽代·金立马（现代仿品）         | 162 |
| 清代乾隆·嵌金铜立像           | 164 |
| 明代宣德·嵌金铜制狮耳炉         | 166 |
| 明代宣德·嵌金嵌银观音铜坐像       | 168 |
| 明代宣德·嵌金袖手自在观音铜坐像     | 170 |
| 明代崇祯·嵌金塑山水故事纹释迦铜坐像   | 172 |
| 清代乾隆·景泰蓝铜香熏炉         | 174 |
| 明代宣德·鎏银观音铜立像         | 176 |
| 民国时期·亚洲犀牛角原色雕杯       | 178 |
| 现代·和田白玉雕件            | 180 |

我的导师姚青芳 / 183

我与古董鉴赏机测缘 / 184

同窗写跋 / 186

中国国家博物馆文物科技保护中心部分设备介绍与外景 / 188

我的趣照 / 195

清叙  
百歲  
不  
老  
翁  
畫



人民艺术家、艺术大师、画坛泰斗、百岁老翁阳太阳先生国画大作青花瓷壶：清叙。

# 前言

古董收藏热潮的出现自然是国家繁荣富强的反映，但同时带来了有关古董文物真伪鉴定方面诸多使人们感到困惑的问题。

手执各式各样“职业鉴定专家”、“职业鉴定师”、“专业鉴定证书”的“行家们”活跃在各种交易平台，今天买回的宝贝，明天就有人说是假的……

本书叙述的是科技检测在古董收藏中的应用和实例剖析，从另外一个角度谈谈如何鉴别古董真伪的新方法，也许能为大家带来新的兴趣。

本书以材料元素的数据进行朝代比对，以材料元素的数据进行材质比对，利用无损检测和微创检测，着重介绍科技检测手段之一的“x荧光能谱分析法”，以古陶瓷为主要实例，将它在应用中的实践进行介绍和释疑。

由于经验学在传统鉴定中的真实性、可靠性和权威性受到越来越多的赝品和高仿品的挑战，人们开始将目光投向了更为客观的仪器分析方法，本书迎合了相当一部分人的要求，重在引导人们如何客观认知这一新事物的存在，如何正确地加以借鉴和利用。

进入20世纪90年代，原中国历史博物馆、现中国国家博物馆累计投入近亿元资金修建科技实验室，并从国外引进先进的高端仪器设备，从事包括“x荧光能谱议”在内的各类科技实验和检测的文物保护科研

工作，至今已有10多年，其间有多部学术文献发表，利用馆藏文物、考古发掘、水下考古、文物保护等工作的交流机会，日积月累地建立了较为完善和系统的各类元素成分数据库体系，为祖国的文博事业作出了应有的贡献。

根据我国著名的材料分析专家、文物科技保护专家姚青芳研究员的科研实践介绍，参阅张福康先生的著作《中国古陶瓷的科学》和各类学术文献。就如何进一步了解“x荧光能谱分析法”在古陶瓷、古董艺术品科学鉴定的应用方面，科技在文物保护的过程方面，就古董鉴定和古董收藏领域，如何普及这方面的知识并加以借鉴，出版此书。

本书分为三大部分：

一部分为文字“论述”即第一章。

一部分为“应用和实例剖析——釉面放大鉴赏图”即第二章。

一部分为“应用和实例剖析——机测器物鉴赏图”即第三章。

愿科技检测在文物考古、古董和古陶瓷收藏中的应用和规范，作为古董鉴定的辅助手段与真才实学的经验科学相结合，促进当今古玩收藏热的健康发展，人机合鉴，和谐探索，亦为幸事。

# 第一章 论述

## 1. 了解“x射线荧光能谱分析”法

1575年，西班牙的N.Monardes第一次记录了荧光现象。

1852年，Stokes判明了荧光是光发射的概念。

1867年，Goppeleroder进行了历史上首次荧光分析工作。

1880年，Liebeman提出最早的关于荧光与化学结构关系的经验法则。

19世纪末，人们知道了600种以上的荧光化合物。

1928年，Jette和West研制出第一台光电荧光计。

1948年，Studtr推出了第一台自动光谱校正装置。

1952年，出现商品化的校正光谱仪器。

光阴似箭，日月如梭，进入20世纪80年代，世界各国高新科技迅猛发展，数十年来，在其他学科快速发展的影响下，激光、微处理机、电子学、光导纤维和纳米材料等方面新技术的引入，推动了荧光分析法的理论和应用方法的进展，促进了诸如：同步荧光测定、导数荧光测定、时间分辨荧光测定、相分辨荧光测定、荧光偏振测定、荧光免疫测定、低温荧光测定、固体表面荧光测定、近红外荧光分析法、荧光反应速率法、三维荧光光谱技术、荧光显微与成像技术、空间分辨荧光技术、荧光探针技术、单分子

荧光检测技术和荧光光纤化学传感器等荧光分析方面的新方法、新技术的发展，相应地加速了各新型荧光分析仪器的问世，使荧光分析法朝着高效、微观、实时、原位、量化和自动化的方向发展，方法的灵敏度、准确度和选择性日益提高，荧光分析法在生命科学、环境科学、材料科学、食品科学、公安情报、文物保护科学、卫星空间科学、探月工程，以及工农业生产等诸多领域，发展成为一种十分重要且有效的光谱学科分析手段，并发挥其应有的作用。<sup>[\*1]</sup>

早在20世纪20年代末，周仁先生开创了中国古代陶瓷科学技术研究的先河。建国后，在他的建议下，由中国科学冶金陶瓷研究所和硅酸盐化学与工学研究所建立了国瓷研究所。后又有中国科学院硅酸盐研究所的李家治、张福康、陈显求、郭演仪、陈士萍等诸位科学家将古陶瓷科学技术研究不断深入和系统化。<sup>[\*2]</sup>

## 2. 如何认识对古陶瓷进行科学测试

在50年代以前，人们研究古陶瓷主要依靠传统方法，即通过视觉、触觉、嗅觉、听觉来观察器物的造型、装饰、胎釉、色泽、釉面、底足、底款、手摸底胎等外观特征，与已知的“权威”标准器物、馆藏文物或考古发掘资料相比较，以判断其烧造的年代和窑口（即经验对比法），有时还须参考有关



历史文献记载，查找比对。但历史文献对古陶瓷的记载大都非常简单，既没有详细的配方和工艺条件，更谈不上科学数据。而且有些记载都出于不熟悉陶瓷工艺的文人墨客之手，道听途说，互相抄袭，以误传误，有的根据想象推断，真正有用的古代历史文献为数不多，其中有重大参考价值的更少。这些传统鉴定方法一直沿用至今，到目前为止仍是古陶瓷鉴定中最常用、最方便的手段。但是，不可否认，这些传统鉴定方法存在不少缺点，它们无法揭开历代名窑胎、釉配方和烧造工艺方面的秘密，利用现代科学技术和先进仪器设备，对陶瓷的物理性质、化学组成、显微结构以及外观特征等进行系统的测试和研究，可以解决传统鉴定方法所无法解决的诸多难题。如：

一、研究并总结各地历代窑口的胎、釉化学组成成分、制作工艺、烧造温度以及其各朝代段的主要技术成就，并采集和建立相关元素的比对数据库。

二、逐步认识陶瓷制造的起源、釉的发明、瓷的发展以及中国历代名窑瓷器胎、釉、化学组成成分和演变规律，就一系列的学术问题进行深入探讨。

三、通过研究发现，人们开始对某些传统学说和传统论点提出了不同的见解。如：中国古玻璃的起源问题、历代青花色料的产地和来源问题等。

四、对烧成过程中形成的某些胎釉特征和缺陷，如：紫口铁足、金丝铁线、朱砂底、银釉、灯草边、针孔、橘皮、木光、半木光、窑变、宣德青花黑斑、釉里红和青花的晕散等问题作出更科学解释。

五、开展认证古陶瓷各大名窑的窑口、窑址和断代的鉴别工作。<sup>[\*]</sup>

### 3. 目前古陶瓷最常用的科学测试项目有哪些

目前，古陶瓷的科学测试在世界范围内开展的国家很多，由于古陶瓷的发源地在中国，所以我们国家在古陶瓷研究方面的工作相对要领先于其他国家。目前古陶瓷常用的科学测试项目有很多，最基本的方法有：胎釉外观特征测试、断口特征测试、痕迹特征测试、拉曼光谱测试、红外线测试、激光测试、碳14分析测试、化学元素分析测试、x射线荧光能谱分析测试、差热分析测试、显微结构分析测试、物性测试、CT测试、核磁共振测试、烧成温度和烧成气氛测定、脱玻老化率计算等，主要用作断代和真伪鉴定。

[\*][\*3]

### 4. 古陶瓷胎、釉、彩的化学元素分析法

在以往常规的古陶瓷科技检测中，测定胎、釉、彩的化学组成，大多数都要求作定量分析，但某些特殊样品则作定性分析就能说明问题了，定性分析比定量分析简单得多。

定量分析有湿法和干法两种，湿法分析需去除水的比量。所用仪器有x射线荧光分析仪（EDXRF）、等离子光谱分析仪（ICP）、原子吸收光谱仪（AA）、扫描电镜（SEM）等。以上分析方法大都属于破坏分析，它要求分析的胎、釉、彩试样都要先从陶瓷碎片或整器上取下来，要求达到一定的数量才可进行分析，这种对胎、釉、彩的化学元素进行的检测和比对称谓“胎、釉、彩的化学元素分析法”。<sup>[\*]</sup>

化学元素分析法除对古陶瓷、青铜器、金银器、铜器、料器的检测进行朝代比对研究外；使用该法可以扩大到对古董艺术品中



其它品种的测定和研究，尤其对材质的检测比对，如：田黄、白玉、犀角等，检测出限率更高，比对数据更稳定。随着无损分析法的介入，湿法和干法的两种测试方法现已逐渐淡出，一般均由现在普遍使用的“能谱仪”替代。

湿法分析：为釉面元素平均分析。目前使用的x荧光能谱仪无损检测或表面微创采粉末分析为瓷釉表面分析。两者之间的元素定量数据测定方式和所用检测仪器是不同的，将以前出版刊物上的数据作为比对的标准，是否会产生误差或需作某些方面的修正？本人提请相关的专家留作研究和探讨。

## 5. 如何对瓷釉、胎进行非破坏性分析或微创检测分析

所谓非破坏性分析或微创分析就是不需要破坏样品，在进行检测分析时，只要把整器或碎片直接放入仪器中，把x射线束对准要分析的部位，即可得到各种元素的特征谱线，再根据谱线的强度计算出元素的含量，并以重量百分数表示。根据目前国内外一线品牌生产的类似仪器，元素含量分析范围准确检出限达1ppm（一个百万分之一）之内。如果要分析胎，而样品表面没有露胎部分，那就得将釉磨去一部分，露出一小块无釉的胎即可。如是整器那就得微创采釉检测，微创采釉也属非破坏分析，常用的方法是用专用工具采集釉面粉末，采集釉面粉末的微创面大约半粒芝麻大小，当然数量上也要达到检测所需的量。如对整器的胎进行检测，也是将整器表面的釉磨去后，直接采集胎的标本即可。常用仪器有：能量色散x射线荧光分析仪（EDXRF）、质子束激发x荧光仪（PIXE）等。<sup>[\*]</sup>

## 6. 利用“热释光测定年代”根据什么原理

当热释光测定年代的方法出现以后，人们非常想了解热释光测定年代的原理是什么，对于这方面的知识，人们能接触的论文和专著很少。关于热释光测定年代的论述，张福康研究员在他的著作中是这样介绍的：自然界中的结晶体，如陶瓷原料中的石英等，在其形成和存在的过程中，不断受到地下的放射性物质和宇宙中的各种放射性射线的辐照。在这些射线的影响下，晶体就以内部电子转移或结构的局部应变来储存各类辐射所给予的能量。这些贮存在晶体内部的能量，当遇到外来热刺激时，会通过储能电子的复原运动以光的形式再度把能量释放出来，这种发光现象即所谓热释光。陶瓷器经过高温烧制后，原来晶体中贮存的能量已经放完，以这个时候起，陶瓷器重新开始接受地下各种放射性物质和宇宙中各种射线的辐照。年代越久，放射性越强，贮存的能量也就越多，因而热释光量也越多，即热释光量与所受的放射性总剂量成正比，因此热释光量与陶器的年龄成正比。但各个陶器即使所受放射性剂量相同，所产生的热释光量也不一定相同，因此不能简单地根据热释光量来计算陶器的年龄。较为正确的烧制年代要根据相关公式才能计算。

## 7. 热释光断代技术对送检样品的要求

热释光断代技术对被检测的样品要求还是很高的，不允许被检测物重复测试，同时热释光断代要求样品没有受过污染，没有接触过放射性物质或者被x射线照射过，也没有在高温下做过任何试验，否则，结果就不准确。

虽然热释光测定年代的方法在检测中有

这样那样的造假可能，但这一技术在剔除造假手段后，还应该就目前相对比较科学和比较重要的检测手段之一，因为识假手段也在不断完善和进步。<sup>[\*]</sup>

## 8. 热释光断代技术是否有可能被用来造假

关于热释光断代技术的造假问题，《中国古陶瓷的科学》一书中是这样描述的：古代陶瓷自其诞生之日起，不断受到地下各种放射性物质和宇宙中各种射线的辐照，这是产生热释光现象的基础。现代的造假者为了牟取暴利，采用 $\gamma$ 或中子辐照一定的人工剂量后，就可扰乱热释光鉴定，使现代仿古陶瓷变成“古代真品”。据张福康先生在该著作中记载，为了揭穿这种造假伎俩并研究出新的鉴别方法，上海博物馆文物保护和考古科学实验室的专家们进行了专题研究。他们随机选取了四件现代仿古瓷器，即：仿清代青花瓷碗、仿明代青花瓷瓶、仿元代釉里红梅瓶、仿北宋钧窑出戟尊。然后分别对它们进行了人工辐照，辐照的量相当于清、明、元、北宋的等效剂量。接着测定了它们的热释光年代，同时也测定了未接受人工辐照原样品的热释光年代。测定的结果表明，原样品的热释光年代只有10—23年，用等效剂量经人工辐照以后，热释光年代变成260年（清）、523年（明）、647年（元）、1030年（北宋），达到期待的结果，现代的仿制品变成了古代的“真品”。以上研究表明，热释光断代技术完全有可能被用来造假，为此必须研究新的方法和技术，使热释光测定年代技术能更完善地继续为古陶瓷鉴定服务。

## 9. 科学工作者如何识别利用热释光断代技

## 术进行造假

在现代商品市场经济中，一些人为了私利，不择一切手段和技术用作古陶瓷的造假，以对抗各种科学技术，其中也包括利用热释光断代造假技术，由于这一现象已较为普遍。为了识别器物是否经过人工辐照造假，科学研究专家们一般拟从下列两个方面进行识别：

（一）等效剂量识别法。这是识别人工辐照的一个重要依据。因为对非专业的热释光年代测定人员来说，这个等效剂量是不知道的或无法掌握的，他们所采用的人工辐照往往偏离等效剂量很大，科技工作者可以通过等效剂量研究来识别器物是否已经过人工辐照；

（二） $\alpha$ 剂量识别法。据介绍 $\alpha$ 剂量无法用人工伪造，故科技工作者通过有否 $\alpha$ 剂量来判别器物是否经过人工辐照。在不久的将来，利用人工进行造假的伎俩将被彻底揭穿，这是事物发展的必然规律。<sup>[\*]</sup>

## 10. x射线荧光能谱分析检测根据什么原理

自80年代起，x射线荧光能谱仪商业化应用开始，瓷器的釉表面成分无损检测分析或微量采样元素成分检测分析成为事实，为瓷器的真伪判断引入了一种全新的测试方法，利用x光管发出的x射线，激发古陶瓷样品中所含元素的特征x射线。从每种元素激发出来的x射线荧光谱线均有其特征波长值，其峰值强度与该元素在样品中的含量有关，因此用x射线荧光光谱进行定量测定就可以分析样品中所含元素及其含量。<sup>[\*]</sup>

x射线荧光能谱仪科技检测的过程，其流程介绍如下：

样品（可以是整器或采样标本）→进入



靶室→抽真空(0.04Mpa)→液氮制冷至摄氏零下196度或电制冷进入测试阶段→能谱仪测定送检物元素及含量→由仪器转换成数据→制作成特定数据格式→由电脑与数据库扫描→计算出最近似0的比对值→计算机出示计算后的比对结论→专家审核后出具检测报告书。

### 11. x 射线荧光能谱分析对送检样品有什么要求

随着科学的进步,能量色散x射线荧光分析仪即“能谱仪”已广泛使用,过去常用的波长色散x射线荧光分析仪即“波谱仪”已较少使用。能量色散x射线荧光分析仪的主要特点是,可以直接用完整器测定釉的成分,它的主要优点是方便、快捷,对待测的送检样品没有特别的要求,只要表面擦干净,器物大小尺寸靶室能放得下即可,测胎则需磨除釉、化妆土及反应层的部分。由于整器的器壁有弧度产生,注意最好采用平面部分测试,为了减少误差,采集微量的釉标本也不失为一个更好的方法,但缺点是采样过程较为麻烦,需有一定的采样经验或专业人士参与。

有朋友问:出土文物与传世文物对检测结果是否会产生影响?一般来讲器物表面只要擦洗干净,是不会有影响的。如果是表面微创采样送检则更无任何影响。

### 12. x 射线荧光能谱分析法的主要优点

能量色散x射线荧光分析法的优缺点是古董收藏领域最为关心的内容和更想了解的内容。x射线荧光能谱分析的主要优点:

一是检测速度快,在2-5分钟内就可以把釉或胎样品中的主要元素和次要元素全部

测定出来,在较短时间内分析出是否属现代制品,其数据比对的时间和数据审核的时间相对长一些。

二是相对被检测物的数据测定,检测准确率高,元素含量分析范围检出限达1ppm,误差极小。

三是面对日益疯狂的造假手段,利用该分析技术,测定并建立了60年代以后各地陶瓷器出品的元素比对数据库和各瓷矿石区的瓷矿石数据比对数据库,其中包括各地各时间段的高仿瓷器的元素比对数据库,进一步完善和增加了识别仿制瓷器的手段,初步解决了古陶瓷运用x荧光能谱仪科技鉴定现阶段“矛”和“盾”的关系。

### 13. x 射线荧光能谱分析法的主要缺点

x射线荧光能谱分析法的主要缺点:

一是该仪器为精密仪器,一次性投资大,而且需要具有专门训练的专业人员从事操作和保养。

二是需要庞大和完善的数据库比对数据,建立数据库需要时间的积累和巨大的资金支持,在目前情况下,非政府机构专业人士、非博物馆考古研究部门、非科技研究院校等专业部门,想建立相对完善和权威的朝代比对数据库是不可想象的,如:古陶瓷、金银器、青铜器、铜器类。当然,建立材质比对的数据库相对简单一些,如:漳州田黄、犀角、和田玉、青海玉等。

### 14. x 射线荧光能谱分析检测是否有可能被用来造假

在和平盛世的年代,文物古董因其特殊的属性而产生了其较高的市场和经济价值,正因为如此,大量的赝品充斥市场也就在所

难免了。同样，当人们开始研究用 x 射线荧光能谱仪的测试手段来测定真伪时，造假者也针对仪器测定的特性，研究对瓷釉元素进行分析配比，使赝品的制作建立在元素成分相符的基础上，来对付已知的元素数据，就像热释光年代测定法一出现就有人研究对付的办法一样，x 射线荧光能谱仪检测也是如此。

造假者也在研究用各种各样的仿制工艺、材料配比、艺术仿古等造假手段。比较常见的有：

仿古材料配比；

瓷石仿古工艺舂研加工；

仿古瓷石不用机械球磨；

使用无污染水源淘洗而不用自来水；

晾晒过程下垫原木上盖薄膜，以防空气和雨水中的现代化学元素；加工制作过程仿用老工艺、使用旧工具；

使用残器新做；

聘用高手画匠；

烧窑用老柴；

建造各种“古窑”烧制等等。

瓷器的瓷釉元素仿制难度相对大一点，因为瓷器虽经周密的材料配比和工艺复原，还需受烧造温度和时间的影响，目前已发现有这一类的仿品，而且仿出的器物元素数据相当接近，尤以仿元、明、清瓷居多。

## 15. 科学工作者如何识别 x 射线荧光能谱分析中的瓷釉造假

面对元素成分相近的仿品涌现，科学工作者必须研究出克敌制胜的手段，以中国国家博物馆文物科技保护中心为例，如何识别 x 射线荧光能谱仪分析中的瓷釉造假，科技工作者主要有以下两种识别手段：一是

建立了近40年以来的各时间段（以一个季度或半个年度为一个基本点）各大窑厂、各知名民间窑作坊的制造品数据库，以及各专业窑厂、专业矿区的材质数据库，以这些数据库的数据与被测物的数据进行比对，就会很快发现除现代元素以外的“40年内的高仿元素”。二是利用“红外光谱”和“激光拉曼分析仪”计算瓷釉的“脱玻老化率”以检测分析判断出其烧造的年代。

何为计算脱玻老化率？人们知道瓷釉的烧成要经过几百上千度的高温，在烧造过程中，瓷釉的组织中会形成一定数量的玻璃相，也就是非晶态组织，按结晶学的理论，玻璃相属于短程有序的亚稳态组织，它有自发地向晶态组织转变的趋势，其相变过程主要受两种因素的控制，也就是温度和时间因素。在温度不变的情况下，相变的过程只随时间因素改变。换句话说：如果一件宋代的瓷器，在地下埋藏了几百上千年之久，这种埋藏环境可以被视为温度恒定，那么这件瓷器釉层中的玻璃相有一部分已经完成了由非晶态到晶态的转变过程，这个转变量与转变时间之间存在着一种函数关系，简而言之这种转变比率可以用来作为度量时间的尺子，当然其他诸多影响因素需作另外考虑和分析，<sup>[\*3]</sup> 这就是测量瓷釉计算脱玻老化率的过程。

利用现代光谱测量技术通过计算瓷釉的脱玻老化率来判定瓷釉的烧造年代，目前已在中国国家博物馆的瓷器鉴定中得以应用。

人们还可以用其他的方法，如对釉面气泡层分布进行观察，真品与仿品也还是有很大区别的。

对瓷器来说，每个元素含量的大小对应一个数，所有元素含量的大小组成一组数