

红外光谱技术对广东博罗横岭山商周时期墓地 出土古玉器上蜡工艺的揭示及其意义

丘志力^{1, 2}, 吴沫³, 魏巧坤¹

1 中山大学地球科学系, 广东 广州 510275

2 浙江大学理学院, 浙江 杭州 310027

3 广东省博物馆, 广东 广州 510110

摘 要 广东博罗横岭山商周时期墓地是广东省目前所发现的最重要的商周时期墓葬群, 该墓地出土的玉器样品通过一系列的科学鉴定研究后发现, 玉器的红外光谱在 $2\,960\text{ cm}^{-1}$ (相对较弱)、 $2\,920$ 和 $2\,853\text{ cm}^{-1}$ 附近出现了 2~3 个明显的特征性吸收峰, 结合对纯蜡样品、现代上蜡玉器样品的测试比较, 认为博罗横岭山墓地出土玉器在加工过程中曾经经过上蜡处理, 首次揭示出商周时期岭南先民掌握了在加工中利用蜡来增加玉器美观技术的事实。

主题词 红外光谱; 玉器; 上蜡工艺; 商周墓地; 广东博罗横岭山

中图分类号: K876.8, O657.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0593(2006)06-1042-04

引 言

中国古老的玉文化是中国独有的优秀文化遗产, 在世界文化史上占有重要历史地位, 也是中西文明间最古老的分水岭^[1]。古玉器和古玉文化的研究是中国考古学研究中的重要组成部分。其中, 玉器加工工艺的研究是玉器断代和研究玉器历史流变及古代社会生产力发展水平的重要指标, 也是 21 世纪东亚考古学的重大课题之一^[2]。琢玉砂的发现与使用, 砣机的发明与使用等等, 都能说明古代先民对自然材料物理特性的认知能力以及利用机械工具来提高生产力水平的努力和成果。

玉器加工中的上蜡(也称过蜡)处理是近、现代玉器加工过程中通常都要进行的一道工序^[3], 这种处理不仅可以使玉器中矿物颗粒间的间隙和微裂纹及抛光不足的地方获得补偿, 使玉器表面更为润泽光亮, 还可以遮掩裂纹。但这一工艺始于何时, 目前在文献中并没有确切的记载, 考古发掘也尚未发现确实的物证。

最近, 我们在利用傅里叶变换红外光谱仪(FTIR)对广东博罗横岭山商周时期墓地出土玉器进行研究的过程中, 发现岭南先民在商周时期可能已掌握了利用蜡对玉器进行加工处理的技术, 也就是说, 中国利用蜡对玉器外观进行改善处理的历史可能上溯到距今二千至三千多年的时间。本文主要

介绍这一发现。

1 实验部分

1.1 实验仪器和测试条件

仪器采用德国 Bruker 公司 EQUINOX 55 型傅里叶变换红外光谱仪, 光谱分辨率为 4 cm^{-1} , 扫描范围 $4\,000\sim 400\text{ cm}^{-1}$, 扫描信号累加 6 次。

1.2 实验样品

样品分为 4 组。第 1 组为广东博罗横岭山商周时期墓地出土的玉器。该墓地位于广东省惠州市博罗县的罗阳镇, 于 2000 年 2 月经正式发掘, 清理出商周时期的墓葬 300 余座, 出土了大批精美的陶器、原始瓷器、铜器、玉石器和铁器等, 是广东省目前所发现的最重要的商周时期墓葬群^[3]。该墓地出土的玉器仅有珉饰和管饰两类。珉饰共 84 件, 其中 64 件为石英质玉(部分组成矿物颗粒较粗的可称为石英岩), 12 件为水晶, 6 件为杂砂岩或蚀变的火山碎屑岩, 2 件为透闪石质玉(软玉); 管饰共 11 件, 全为透闪石质玉(软玉)^[4]。由于该墓地出土的透闪石质玉器数量少, 且都已严重风化, 而石英质玉器数量相对较多, 较少风化, 且多残断品, 故本研究主要以该墓地出土的石英质玉器为实验对象。

第 2 组样品为纯的石蜡、蜂蜡和川白蜡。它们都可能用于玉器上蜡。

收稿日期: 2005-02-23, 修订日期: 2005-06-10

基金项目: 广东省自然科学基金(011143)和广东省文物考古研究所基金资助

作者简介: 丘志力, 1963 年生, 中山大学地球科学系副教授, 浙江大学理学院在职博士生

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

第3组样品是2件市场上经过上蜡处理的翡翠玉器。

第4组样品是经过(川)白蜡和石蜡上蜡处理的2件石英质玉器。上蜡方法:将玉石样品放在煮熔的蜡中并迅速取出,再用布擦干以去除表面多余的蜡。

1.3 样品制备

各取样品少量,制成 BrK 粉末压片。

2 结果与讨论

2.1 广东博罗横岭山商周时期墓地出土玉器样品的红外光谱特征

广东博罗横岭山商周时期墓地出土的石英质玉器样品中,除了石英矿物本身的正常谱峰(分别位于461, 511, 692, 779, 796, 1 084和1 170 cm^{-1} 附近的位置)外,在2 800~3 000 cm^{-1} 之间都出现了明显的2~3个吸收峰,谱峰分别位于2 960 cm^{-1} (相对较弱)、2 920和2 850 cm^{-1} 附近(见图1和图2)。这一吸收特征在现代玉器鉴定研究中主要用于指认蜡的存在^[5]。

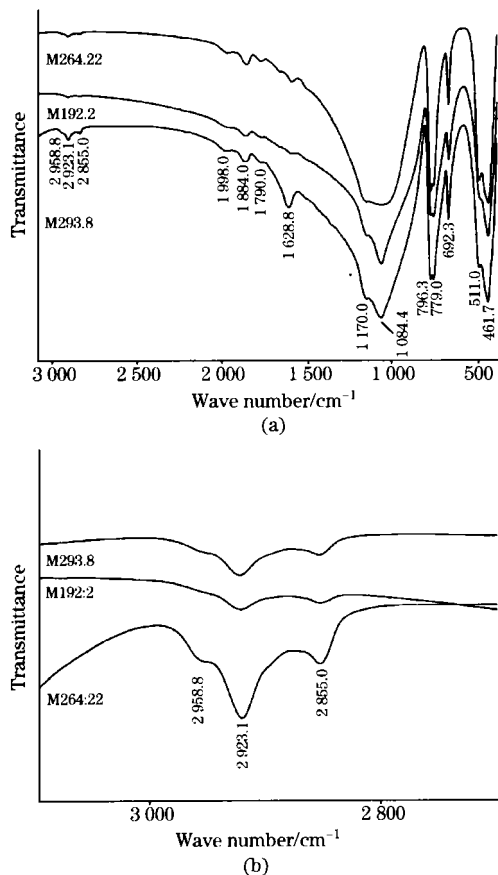


Fig 1 FTIR spectra of some quartzite jade samples from tombs of Shang Zhou dynasty in Boluo

(a): 3 100~400 cm^{-1} ; (b): 3 100~2 700 cm^{-1}

2.2 纯蜡样品的红外光谱特征

(川)白蜡、蜂蜡和石蜡样品的红外光谱(见图3)在2 970~2 840 cm^{-1} , 1 470~1 340 cm^{-1} 和750~720 cm^{-1} 3个区间

都存在特征相似的吸收峰,其中在2 970~2 840 cm^{-1} 区间的谱峰分别位于2 956, 2 918和2 850 cm^{-1} 附近。(川)白蜡和蜂蜡除上述的特征吸收峰外,在1 734和1 182 cm^{-1} 附近出现较强吸收峰。这是由于(川)白蜡、蜂蜡除了和石蜡一样具有链状烷烃外,还具有不饱和烷烃。(川)白蜡、蜂蜡同石蜡在红外光谱中出现的差异主要是前者具有不饱和烷烃引起的。

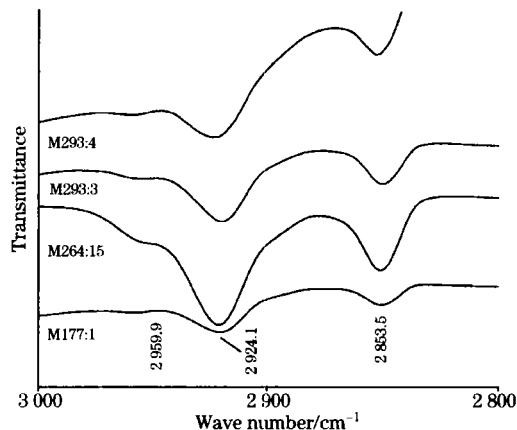


Fig 2 FTIR Spectra of some quartzite jade samples from tombs of Shang Zhou dynasty in Boluo (3 000~2 800 cm^{-1})

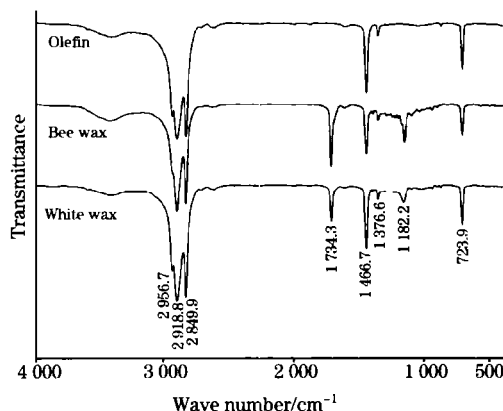


Fig 3 FTIR spectra of olefin, bee wax and white wax(4 000~400 cm^{-1})

2.3 经上蜡处理的现代玉器红外光谱特征

经现代工艺加工的2件翡翠玉器的红外光谱(见图4)在2 970~2 840 cm^{-1} 区间均存在红外吸收,分别位于2 960 cm^{-1} (非常弱)、2 925和2 855 cm^{-1} 附近;在1 850~1 500 cm^{-1} 区间存在较弱的红外吸收峰,但不具规律;在1 500 cm^{-1} 以下区间主要显示硬玉矿物本身的红外吸收。

经实验模拟(川)白蜡和石蜡上蜡处理的2件石英质玉器的红外光谱(见图5)在2 970~2 840 cm^{-1} 区间均存在特征吸收,在2 920和2 854 cm^{-1} 附近的谱峰较特征、明显,在2 960 cm^{-1} 峰位附近的谱峰也非常弱;另在2 000~1 500 cm^{-1} 区间存在数个微弱谱峰,但与蜡在此区间的红外吸收峰并不存在对应关系;在1 500 cm^{-1} 以下区间主要显示石英矿

物本身的红外吸收。

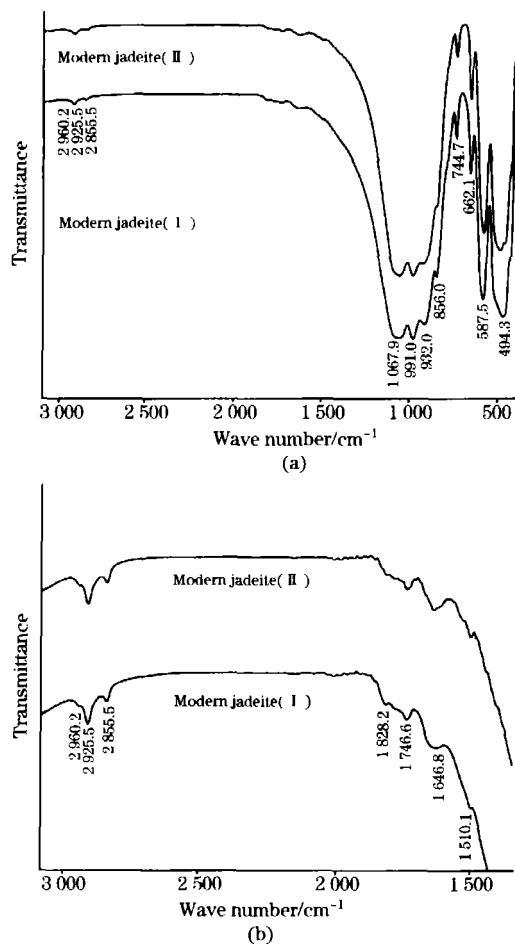


Fig 4 FTIR spectra of 2 pieces of modern jadeite samples with wax treated

(a): $3\ 100\text{--}400\text{ cm}^{-1}$; (b): $3\ 100\text{--}1\ 400\text{ cm}^{-1}$

从上述经上蜡处理的现代玉器的红外光谱特征可以发现,附着于玉器中的蜡的红外光谱仅在 $2\ 970\text{--}2\ 840\text{ cm}^{-1}$ 区间具有较明显的表现,而在 $2\ 000\text{ cm}^{-1}$ 以下的区间,可能是由于上蜡的量太少或由于受到玉石本身红外吸收的干扰,都受到了抑制。对现代上蜡处理过的玉器及实验模拟上蜡处理的玉器的红外光谱测试表明,玉器的红外光谱在 $2\ 960$, $2\ 925\text{--}2\ 920$, $2\ 855\text{ cm}^{-1}$ 附近存在谱峰是目前可以获得的唯一能确定玉器经过上蜡处理的重要证据。

3 结 论

过去,曾有学者在研究良渚文化(距今 $5\ 300\text{--}4\ 000$ 年左右)玉器和现代仿古玉器时发现现代仿古玉的红外光谱在 $3\ 000\text{--}2\ 800\text{ cm}^{-1}$ 区间存在特殊吸收峰,但良渚古玉的红外光谱无此现象,然而并未能说明其意义^[6]。根据博罗横岭山墓地出土玉器、一系列纯蜡样品和经过上蜡处理的现代玉器

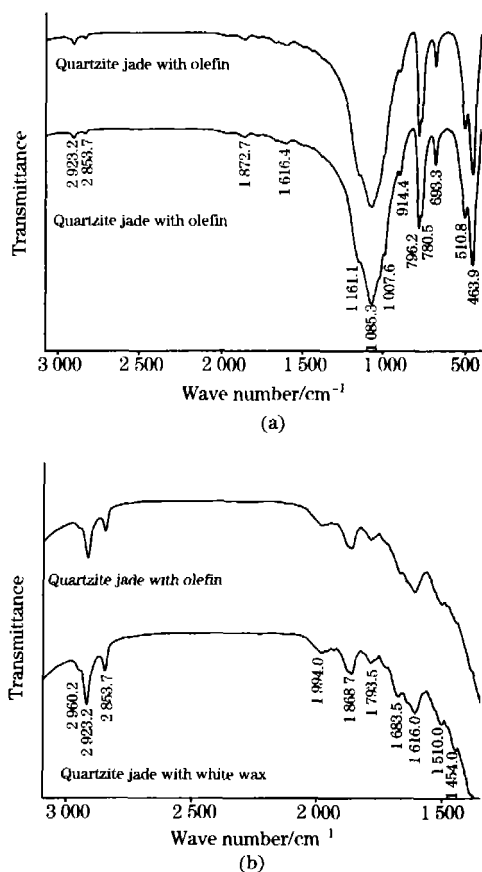


Fig 5 FTIR spectra of 2 pieces of quartzite jade samples treated with wax

(a): $3\ 100\text{--}400\text{ cm}^{-1}$; (b): $3\ 100\text{--}1\ 400\text{ cm}^{-1}$

的红外光谱特征的对比研究,我们认为利用傅里叶变换红外光谱技术对广东博罗横岭山商周时期墓地出土的玉器的研究揭示出古代玉器加工过程中上蜡工艺的存在,商周时期的岭南先民可能已掌握了在玉器加工中利用蜡来增加玉器美观的技术。但是,考虑到玉器在埋藏过程中可能会受到有机物污染^[7],而这种污染可也可能产生红外吸收,是否会产生完全相同特征的红外光谱,目前尚难定论,但可以认为,只要其有机组成和蜡的分子组成有异,红外光谱上就会有所显示。上述发现的最终确认虽然还有待更深入的研究和更多证据的支持,但显然,傅里叶变换红外光谱技术在古玉器研究中揭示蜡和有机物存在的意义是明显的。如果这一发现得到进一步确认,中国在玉器加工中利用蜡对玉器进行改善处理的历史将大大提前,而该技术对古玉的鉴定意义将有重要的进展(可区分仿古玉器和一些未用蜡处理的古玉)。这对中国的玉器加工工艺史和玉文化的研究无疑也具有较为重要的价值。

本文用红外光谱方法研究上古时代玉器的加工工艺。是一项有一定创新性的工作。当前,光谱学方法用于考古的研究也有一些报道,可参阅文献^[8, 9]。

参 考 文 献

- [1] YANG Boda(杨伯达). The Syllabus of Chinese Ancient Jade Cultural History Theory(《中国古玉文化史论》提纲), Collection of Chinese Jade Culture Theory(中国玉文化玉学论丛). Beijing: Forbidden City Press(北京: 紫禁城出版社), 2002. 3.
- [2] DENG Cong(邓 聪). Three Aspects in Jade Craft(玉器技术三题). Thesis Collection of the Ancient Jade Theory Proseminar of Two Sides of Taiwan Straits(II)(台湾海峡两岸古玉学会议论文专辑(II)). Taiwan: Taiwan University Press Committee(台湾: 台湾大学出版社委员会), 2001. 563.
- [3] ZHAO Miaor qin, CHA Gersong(赵妙琴, 查根松). Jewelry Science and Technology(珠宝科技), 1998, 7(3): 51.
- [4] Relics and Archaeological Institute of Guangdong Province(广东省文物考古研究所). Hengling Ridge in Boluo—Archaeological Report of Shang Zhou Dynasty Site(博罗横岭山——商周墓地发掘报告). Beijing: Science Press(北京: 科学出版社), 2005.
- [5] QIU Zhi li, WU Mo(丘志力, 吴 沫). The Geo Archaeological Study on the Jade Wares Unearthed from Ancient Tombs of Shang Zhou Dynasty in Hengling Ridge in Boluo County(广东博罗横岭山商周墓地出土玉器的地质考古学研究). Hengling Ridge in Boluo—Archaeological Report of Shang Zhou Dynasty Site(博罗横岭山——商周墓地发掘报告). Beijing: Science Press(北京: 科学出版社), 2005.
- [6] LIN Yeqiang, HAO Shaokang, GUO Weimin, et al(林业强, 郝少康, 郭伟民, 等). Non Destructive Infrared Spectroscopic Analysis of Liangzhu Jade—Study of Ancient Jade by Surface Science Techniques, Part I (良渚玉器之红外光谱无损分析——表面科学与古玉辨伪研究之一). East Asian Jade: Symbol of Excellence(III)(东亚玉器III). Hong Kong: The Chinese University of Hong Kong(香港中文大学), 1998.
- [7] WU Jinggui, XI Shiruan, JIANG Yan(吴景贵, 席时权, 姜 岩). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 1998, 18(1): 52.
- [8] WANG Yilin, YANG Qun, LI Chaoren(王怡林, 杨 群, 李朝真). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2004, 24(7): 823.
- [9] YANG Yimin, FENG Min, ZHU Jian, et al(杨益民, 冯 敏, 朱 剑, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2004, 24(8): 902.

Study on the Wax Enhancement for the Unearthed Jade Wares by FTIR Technique from Ancient Tombs of Shang Zhou Period in Henglingshan Site of Boluo County Guangdong Province

QIU Zhi li^{1, 2}, WU Mo³, WEI Qiaokun¹

1. Department of Earth Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China

2. College of Science, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China

3. Guangdong Museum, Guangzhou 510110, China

Abstract The ancient tombs of Henglingshan site in boluo county are the most significant graveyard site of Shang Zhou period in Guangdong province as yet. Based on a series of scientific studies on the jade samples from these tombs, the authors found that there are 2-3 characteristic peaks at $2\,960\text{ cm}^{-1}$ (quite poor), $2\,920$ and $2\,853\text{ cm}^{-1}$ in the infrared spectra. According to the tests and analyses of the infrared spectra of pure waxes and other modern jade wares treated with wax, the authors believe that these unearthed jade wares were enhanced with wax and the ancestors of Lingnan region in Shang Zhou period (1600 B. C.-221 B. C.) probably understood treating jade wares with wax to enhance their appearance.

Keywords FTIR technique; Unearthed jade ware; Wax enhancement; Shang Zhou period; Henglingshan site of Boluo county in Guangdong province

(Received Feb. 23, 2005; accepted Jun. 10, 2005)