

西汉早期出土金缕和丝缕玉衣部分 玉料材质及其加工工艺特征管窥

罗 涵¹, 李琳娜², 丘志力^{1*}, 李银德³, 陈灿强², 龚盛玮⁴, 崔亚平², 麦志强⁴

(1. 中山大学地球科学系宝石研究鉴定(评估)中心, 广东广州 510275; 2. 广州西汉南越王博物馆, 广东广州 510040;

3. 徐州市博物馆, 江苏徐州 221009; 4. 广州出入境检验检疫局, 广东广州 510623)

摘要: 广州西汉南越王墓和徐州狮子山汉墓是我国汉代最重要和出土玉器数量最多的两个王侯级墓地, 两墓出土的丝缕和金缕玉衣是当时南方和中原汉王朝最重要的墓葬玉器之一。通过上手观察、显微镜拍照并利用环境扫描电镜和漫反射红外光谱、拉曼光谱技术对广州南越王墓及徐州狮子山汉墓出土玉衣部分玉片的质材和加工工艺进行了观察测试和对比分析。结果显示, 两地玉衣的玉料均主要为透闪石质, 从现存玉衣颜色及玉质结构上看, 徐州狮子山汉墓出土玉衣玉料来源单一且玉质明显好于南越王墓, 南越王墓玉料具有多来源的特征, 玉衣中的“假玉”可能来自粤西。从南越王墓玉衣片部分切割痕迹判断, 南越王墓所使用的切割工具可能接近当时的最高水平, 也可能存在中原交换来源的玉材, 无法排除南越王墓玉衣全部或部分在当地制作的可能; 南越王墓和徐州狮子山汉墓出土玉衣加工工艺特征明显不同, 显示两地玉衣系由不同“玉作”体系加工完成, 汉代可能存在多个不同的玉作体系, 工艺水平参差不齐。

关键词: 玉衣; 玉料; 加工工艺; 西汉; 南越王墓; 楚王墓

中图分类号: K876.8 **文献标识码:** A

0 引言

在中国玉器由上古神权时代进步为三代两汉的王权时代再进步到隋唐以后的民玉时代, 汉代玉器处于中国玉器发展承上启下的时期, 在整个玉史长河中占据举足轻重的地位; 汉代玉器中的精品毫无疑问也是中国古代玉器中的杰作^[1]。广州西汉南越王墓和徐州狮子山楚王陵因出土精美玉器数量最多而成为西汉早期最具有代表性的王侯级墓葬^[2~6]。两者时代相近墓址相远, 其出土玉器分别代表了西汉早期岭南和中原东部楚文化地区两个疆域的玉器样貌, 对这两个墓器物的对比既可统览汉玉共性又可区分南部和东部的差异。大多数人赞同狮子山楚王陵是汉王刘邦异母弟刘交之子刘郢客的墓葬^[7~8]。显然, 该墓主人和中原中央王权之间有

密切联系, 因此某种意义上两墓玉器的差异还代表了汉代南北“朝野”之间的差异, 这尤为重要。由于玉衣和玉棺为汉代典型丧葬器型^[9~10], 两墓玉衣中均有用玉器改制的玉衣片, 故本研究试图通过对两地出土的丝缕玉衣和金(银)缕玉衣(棺)残片的对比, 从其材质和加工特征两方面入手初探汉代南北玉料的来源及琢玉工艺差异。

1 样品和测试方法

1.1 样品

南越王墓玉衣样品包括头罩玉衣片10片、上身玉衣片两组共13片、下肢玉衣片2片; 狮子山楚王墓玉片样品包括玉衣残片13片(未确定位置)、玉衣整片13片、玉棺残10片、玉棺整片7片。基本情况如表1。

收稿日期: 2010-06-02; 修回日期: 2011-05-09

基金项目: 广东省自然科学基金(8151027501000015)和国家自然科学基金(40873021)联合资助

作者简介: 罗 涵(1986—), 女, 2010年毕业于中山大学矿物学、岩石学、矿床学专业, 现就职于故宫博物院文博科技部,

E-mail: luohanpm@gmail.com

通讯作者: 丘志力, E-mail: qiuzhili@mail.sysu.edu.cn

表 1 两墓玉片样品的基本特征

Table 1 The basic characteristics of the jade suit samples excavated from the Nanyue king mausoleum and the Chu king mausol

墓葬	所属位置	样 品 号	简 要 描 述
南越王墓	头罩	T-4(C10) ; T22; T24; T25; T37; T72; T79; T87; T104; T108	青白-白色、玻璃-弱玻璃光泽、不透明、均有钻孔
	上身	SL94; SL95; SL146; SL239; SL240; SL279	青色残留朱砂痕、光泽暗淡、不透明、无钻孔且边棱不齐
	上身	SQ07; SQ24; SQ030; SQ42; SQ43; SQ224; SQ265b	青白-白色 黄绿色(透明) 玻璃-土状光泽、不透明、部分钻孔
	下肢	下肢 1; 下肢 2	白色表面残留朱砂痕及墓土、土状光泽、不透明
狮子山楚王墓	未知	xs01; xs02; xs03; xs04; xs05; xs06; xs07; xs08; xs09; xs10; xs11; xs12; xs13	白色-青色-绿色 玻璃光泽、透明-半透明 ,大部分钻孔且边棱平直
	未知	xsg01; xsg02; xsg03; xsg04; xsg05; xsg06; xsg07; xsg08; xwg09; xsg10	碧绿色-灰绿色 ,偶见白化、玻璃光泽、透明-不透明 ,无钻孔

1.2 测试方法

所有样品(徐州玉衣及玉棺整片除外) 先经过总体观察、10 倍放大镜下观察和数据测量。根据研究内容、样品特点以及文物保护措施,仅对南越王墓玉衣片以及狮子山楚王墓玉衣残片及玉棺残片,选用配有相关处理软件的立体显微镜、红外光谱反射技术及热场发射环境扫描电镜等无损方法为主要研究手段进行玉料特征和工艺特征的观察和测试。

1.2.1 立体显微镜观察及拍照 所用仪器为中山大学地球科学系-宝玉石鉴定研究(评估) 中心 Nikon-SMZ100 实体显微镜(拍照设备为 CoolSNAP 5.0 RTV ,记录软件为照相机自带软件) ,放大倍数为 8 ~ 80 倍的。

1.2.2 红外光谱测试 红外光谱反射法因其便捷、无损等特点近年来广泛运用于珠宝及文物的鉴定。除矿物结构破坏严重的南越王墓下肢 1 和下肢 2 号玉片,符合测试条件的 36 片玉衣片和 10 片玉棺片样品利用傅里叶变换红外光谱进行矿物种属鉴定,但很大部分玉片测试效果不理想。对南越王墓玉衣片利用广州市出入境检验检疫局珠宝鉴定室的德国 BRUKER 公司 TENSOR27 型傅里叶变换红外光谱仪进行漫反射红外光谱测试,光谱分辨率为 4cm⁻¹,扫描范围 4000 ~ 400cm⁻¹。对徐州狮子山汉墓部分玉衣(棺) 片样品利用中山大学现代测试中心光谱室的德国 BRUKER 公司 EQUINOX 55 型傅里叶变换红外光谱仪进行漫反射红外光谱测试,光谱分辨率为 4cm⁻¹,扫描范围 4000 ~ 400cm⁻¹。

1.2.3 拉曼光谱测试 在中山大学现代测试中心的拉曼光谱实验室完成对徐州样品的测试,仪器为 Renishaw 公司生产的 inVia 显微共焦拉曼光谱仪。激发光为氩离子激光器 514.5nm ,功率为 20mA ,显微观察物镜为 50x ,激光扫描光斑为 1μm ,扫描范围

50 ~ 1200cm⁻¹。

1.2.4 环境扫描电镜测试 对徐州狮子山汉墓的 10 片玉衣片和 4 片玉棺残片利用中山大学测试中心物相分析室 Quanta 400F 热场发射环境扫描电镜放大观察痕迹特征和微观形貌。环境扫描电镜选用低真空成像模式、样品表面不进行喷镀、放大倍数 500 ~ 4000 ,分辨率为 2nm。

2 玉器的材质类型及其基本特征

2.1 材质类型

红外光谱和拉曼光谱显示两地玉衣(棺) 片样品均为透闪石-阳起石系列矿物(化学式为 Ca₂(Mg ,Fe)₅(Si₄O₁₁)₂(OH)₂)。

选出测试效果理想的 7 张南越王墓和 4 张狮子山楚王墓玉片的红外谱图(图 1) ,其 400cm⁻¹到 2000cm⁻¹中红外范围内矿物指纹峰值按振动属性划分为三组区间,900cm⁻¹ ~ 1200cm⁻¹(O-Si-O) 和(Si-O-Si) 的反对称伸缩振动及(O-Si-O) 对称伸缩振动峰,理论上应包括 11 个吸收峰,一般在红外透过光谱中显示为 5 ~ 7 个峰,而在红外反射谱中显示为 4 ~ 5 个峰,前人测定峰位值为 918cm⁻¹、999cm⁻¹、1093cm⁻¹、1042cm⁻¹; 600cm⁻¹~800cm⁻¹ 范围内 681cm⁻¹、758cm⁻¹峰同(Si-O-Si) 对称伸缩振动相关联; 450cm⁻¹ ~ 600cm⁻¹ 的 461cm⁻¹、507cm⁻¹、540cm⁻¹峰值可归属为(Si₄O₁₁) 伸缩振动及金属-氧的晶格振动^[11]。2000cm⁻¹以上同透闪石相关的吸收峰大约在 3650cm⁻¹附近,同 OH-M 相关,反射光谱法对该位置反映并不准确。南越王墓玉衣片 T-C10、SQ265b 和徐州汉墓 XSG09W 的测试位置都是玉片白化情况严重的位置,在红外吸收上仍表现为透闪石特征吸收,XSG09 玉棺片的白化和非白化部位在红外反射谱上几乎没有任何差别;南越王墓十分特别的黄绿色透明玉片 SQ224 也呈现

透闪石吸收峰。

对其中六片徐州玉衣片进行拉曼光谱测试,结果均为透闪石(图2)。其主要拉曼位移峰值划分为以下几个区域: $200 \sim 300 \text{ cm}^{-1}$ 之间可能为硅氧四面体的畸变引起的变形振动; 由 Si-O 弯曲振动引起的

532 cm^{-1} 附近峰; 674 cm^{-1} 附近由 Si-Ob-Si 引起的对称伸缩振动; $900 \sim 1150 \text{ cm}^{-1}$ 附近为 Si-Onb 硅离子和非桥氧(Onb)的伸缩振动及 Si-Ob-Si 硅离子和桥氧(Ob)的反对称伸缩振动; 而在 $3600 \sim 3700 \text{ cm}^{-1}$ 附近为 O-H 拉伸振动。^[12]

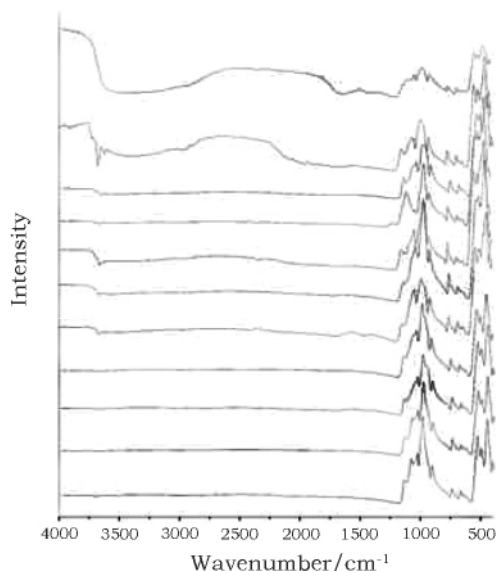


图1 南越王墓部分玉片红外反射光谱图

Fig.1 The infrared spectrum of the jade suit samples excavated from the Nanyue king mausoleum and the Chu king mausoleum

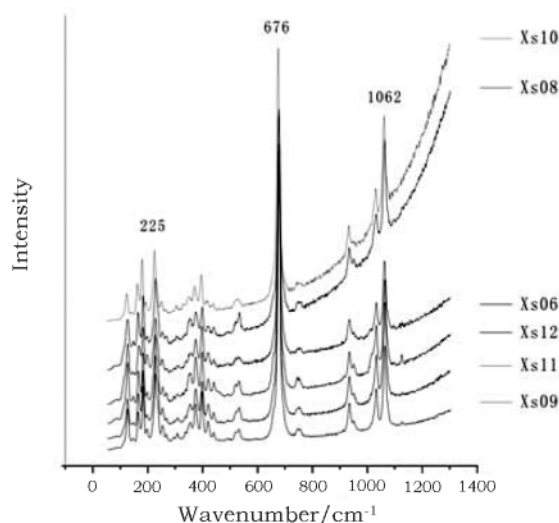


图2 徐州汉墓出土玉衣(棺)片拉曼光谱

Fig.2 The Raman spectrum of the jade suit samples excavated from the Chu king mausoleum

2.2 玉衣材质特征比较

2.2.1 南越王墓玉片材质 南越王墓丝缕玉衣长 1.73m, 共用 2291 片玉片, 由丝缕穿缀而成。玉衣由头套、手套、脚套、上身衣、袖套和裤筒六部分组成, 其中头套、手套、脚套三部分同玉衣其他部分的玉片在玉质上存在明显区别^[13]。本次上手观察了南越王墓 25 片玉衣片, 基本上代表了南越王玉衣可见的材质(假玉除外), 根据体色及结构玉质类型可划分为五类:

第一类玉料颜色青白色-青色, 抛光面呈玻璃光泽, 微晶质, 肉眼及立体显微镜下无法分辨颗粒轮廓及测量大小, 部分玉片表面附着泥质物、朱砂和丝状物(如 T10-24)。部分玉片颜色呈楔形分布(如 T108), 多数见白色脉体, 并带有不同程度的鸡骨白化, 除 T-t(C10) 外的其他九片头罩片都属于此类玉片, 上身七组玉片中 SQ(24) 和 SQ43 玉质也属于该类别, 经过同展厅玉衣的详细比对, 该类玉片在头套、手套和脚套中所占比例较大。

第二类玉料深青色, 为头罩组 T-t(C10) 玉片, 含黑色点状物疑似石墨颗粒, 变斑状结构, 颗粒之间呈镶嵌结合。肉眼观察可见不等粒闪石矿物颗粒,

粗大者为柱状变斑晶, 放大测量颗粒长度大约为 1mm, 抛光面光泽暗淡, 在玉衣三套中数量较少。其中上身七组玉片中 SQ265b, 白化现象严重, 但隐约可见白化前的深青体色, 纤维状结构明显, 闪石颗粒肉眼可见, 大小 $0.2 \sim 0.8 \text{ mm}$, 白化前玉质应该同头罩 T-t(C10) 相似。

第三类为上身六组玉片, 体色均为青色, 闪石颗粒粗大, 为纤维片状变晶结构, 在 SL95 号玉衣片上见到疑似石墨的黑点。上身七组的 SQ42 号玉片, 玉质同该组玉片相近。

第四类为上身七组 SQ224 号玉衣片, 颜色为特殊的黄绿色, 未见任何白化现象, 抛光面呈玻璃光泽, 放大观察为隐晶质结构, 质地细腻。此玉片在外观上同辽宁岫岩的老玉相近。经过红外鉴定为闪石类玉石。

第五类玉片为鸡骨白化程度较大的玉片, 通体白色无法辨别原先体色, 抛光面光泽暗淡, 有粉质感, 颗粒边界不清晰, 该类玉片包括 SQ07、SQ030 和下肢两片玉片。

以现行新疆和田玉地方标准(DB65/035-2008, 以下简称标准)为参考, 第一类属于新疆青白玉-青玉系列; 第二类和第三类按颜色划分入新

疆青玉系列,但玉质较粗,在当前市场上不具经济价值^[14];普遍认为新疆和田玉中黄绿色品种比较少见,而在辽宁岫岩出产的老玉中常见^[15],故第四类玉质不做归类;第五类因白化严重,也不做归类。

2.2.2 徐州狮子山楚王墓玉片材质 徐州狮子山楚王墓出土玉衣片根据体色分为白、黄(乳)白、青白、碧绿和铜绿色五类,白色系列玉片包括xs01、xs05、xs06、xs07、xs09,这组玉片透明度普遍较高,油脂-玻璃光泽,纤维交织结构,玉质感强。其中xs05号玉片透明度较低,但玉质更加温润;xs01、xs06号玉片可见黑色点状包体,放大观察确定部分为石墨包体。黄(乳)白系列玉片包括xs03、xs12、xs13,颜色呈黄白至乳白色,透明度较上组玉片差,玻璃光泽,纤维交织结构,玉质温润,此组玉片少见黑色点状包体。青白系列玉片包括xs02、xs10、xs11,此组玉片在白色中带一点灰色调,微透明、玻璃光泽、纤维交织结构,玉质细腻,少见黑色点状包体,放大观察xs11玉片多见红色点状金红石包体。碧绿系列玉片包括xs04、xs08,颜色为菠菜绿-碧绿色,半透明,玻璃光泽,纤维交织结构,玉质细腻。xs08见零星黑色点状包体,放大观察确定为片状石墨。铜绿色

系列玉片为狮子山楚王墓被盗后玉片同青铜器接触而产生的沁色^[16],玉片为纤维交织结构,微透明,玻璃光泽,玉质细腻。

玉棺片主要分为碧绿色和青绿色两类,第一类依据标准应归入碧玉系列包括xsg01、xsg07、xsg08、xsg09和xsg10,颜色为碧绿色,半透明,隐晶质变晶结构。在馆藏大块玉棺碎片中肉眼可见此类玉材存在大量白色雪花状变斑晶和大量黑色包体,放大观察基本可确定为透闪石斑晶及石墨包裹体。第二类划分入新疆青玉系列,包括xsg02、xsg03、xsg04、xsg05、xsg06,颜色多为青色,稍带绿色调,微透明,显微纤维变晶结构,从断面观察透闪石颗粒较粗,抛光面光泽暗淡,多见石墨包体。

通过环境扫描电镜测试,玉衣片结构特点可概括为透闪石颗粒细微、大小均一、没有明显的定向性、交织成毛毡一般,可归属于优质新疆和田玉的毛毡状纤维交织结构^[14,17](图3)。玉棺片基本呈现显微纤维变晶结构,大致沿长轴方向定向分布(图4)。参照标准,对比展厅玉衣和玉棺可知白色-黄白、乳白系列的优质玉石为狮子山楚王墓玉衣的主要玉材,质地细腻颜色纯正的碧玉为玉棺主要玉材。

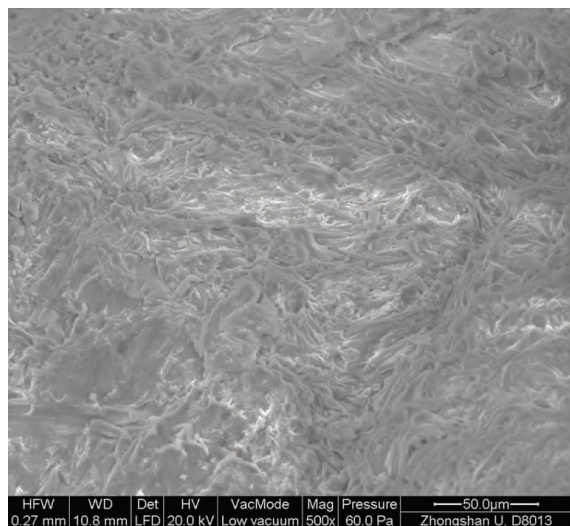


图3 徐州 Xs11 毛毡状结构

Fig.3 The felt-like texture of sample Xs11

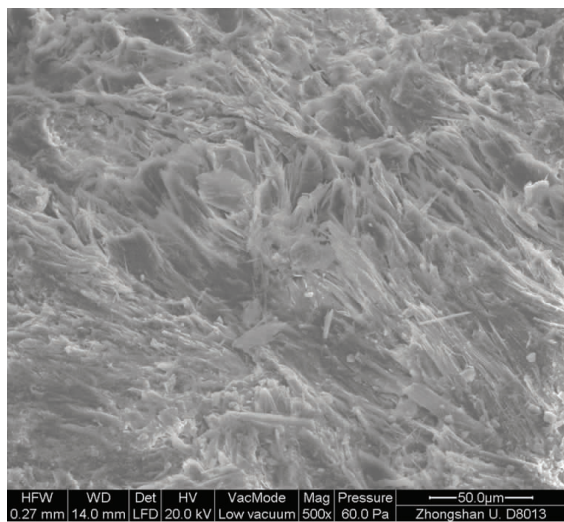


图4 徐州 Xsg02 纤维交织结构

Fig.4 Nematoblastic texture of sample Xsg02

3 玉衣(棺)片制作工艺特征比较

3.1 南越王墓玉衣片工艺特征

南越王墓样品玉衣片的工艺特征同所属部位和本身材质有一定关联,大致可将不同工艺类别分为

两种:一种包括头罩玉衣片组和上身七组中的SQ(24)、SQ43和SQ265b,为材质分类的前两类。该类玉片的共同工艺特征为采用实心对钻孔、有去棱现象,抛光面抛光良好,玉片边缘平直、但厚薄不均。具体测量数据见表2。

表 2 南越王墓玉衣片工艺特征(第一类)

Table 2 The technological characteristics of jade suit samples excavated from the Nanyue king mausoleum(the first kind)
(mm)

编号	工艺特征(共性除外)	长/宽	厚度均值/均差/比例	孔径最大/小/差值
T(t) C10	梯形片	23/18	3. 845/0. 480/12. 29%	2. 30/0. 80/1. 50
T22	长方形、背面有无意凿料痕迹、有一条不规则断边	32/22	2. 740/0. 870/31. 75%	2. 11/1. 40/0. 71
T24	梯形、残留丝线痕迹、土	26/24	保护表面未做测量	保护表面未做测量
T25	外形似玉戈残片、共五个钻孔	47/23	3. 425/0. 630/18. 39%	2. 00/1. 39/0. 61
T37	梯形片	19/17	3. 353/1. 295/38. 63%	1. 98/1. 12/0. 86
T72	近平行四边形	20/19	3. 173/1. 745/55. 00%	2. 40/1. 22/1. 18
T79	近长方形、有两条不规则断边	18/12	2. 883/0. 845/29. 31%	1. 92/1. 75/0. 17
T87	近正方形、一边残留不规则缺口	23/20	2. 298/0. 405/17. 63%	2. 00/0. 50/1. 50
T104	长方形、有一条不规则断边	28/18	2. 902/0. 805/27. 73%	2. 00/1. 12/0. 08
T108	梯形、背面留有切割凹痕	27/23	3. 632/0. 435/11. 98%	2. 50/1. 25/1. 25
SQ(24)	长方形、轻微去棱现象	38/20	2. 880/0. 260/12. 50%	1. 98/1. 30/1. 68
SQ43	梯形、有五孔	26/26	3. 905/1. 310/33. 55%	2. 90/1. 70/1. 20
SQ265b	“凸”型龟背状双弧面玉片、对钻三孔、孔身平直、有丝线痕迹	20/17	因形状不同未做测量	2. 10/1. 20/0. 90

另一种包括“上身六组”玉衣片、下肢玉衣片和上身七组玉片中的 SQ07、SQ030、SQ42、SQ224, 为材质分类的后三类。共同特征为无钻孔和无去棱现象, 表面多残留朱砂痕或麻布痕, 玉片边缘不平直, 卢兆荫先生(1998) 推测为制作时间并不充足或制作技术条件限制的情况下玉衣片工艺水平较差的表现, 推测古代工匠采取敲打断裂的方式对这些玉料进行分片。据修复报告, 玄璧纹改制玉片在此类肢体部分玉衣片中较为常见, 包括夔龙纹(双身龙

纹)、谷纹或蒲格(图 5), 该类纹饰类似于满城汉墓刘胜及窦官玉衣背面及玉握纹饰, 在南越王墓裤筒玉片中大量出现^[13, 18], 是在西汉出土的玉衣中较为常见一种改制纹。第二类玉片工艺特征在表 3 体现, 需要特别指出的是, 在 SL95 号玉片观察到细直痕迹和浅台阶痕, 台阶上下的平面平滑, 则推断台阶是双向切割没有对接好留下的, 则另一边的细直痕迹是残留的切割痕迹, 经过图片放大测量该痕迹宽度为 0. 5 ~ 0. 7mm 之间, 此痕在后文实验部分讨论。

表 3 南越王墓玉衣片工艺特征(第二类)

Table 3 The technological characteristics of jade suit samples excavated from the Nanyue king mausoleum(the second kind)
(mm)

编号	工艺特征(共性除外)	长/宽	厚度均值/均差/比例
SL94	长方形、玉片厚薄不均	47/39	4. 90/2. 56/52. 14%
SL95	长方形、只有一条平直边棱、背面出现相向切割遗留的台阶, 其中切割痕宽度大约 0. 5 ~ 0. 7mm	47/46	厚边 7. 3mm 薄边 3. 9 ~ 4. 62mm
SL146	长方形、为旧玉器改制、表面见七个小切面谷纹	47/29	3. 82/0. 40/10. 34%
SL239	长方形、有单边边缘平直	29/18	3. 39/0. 46/13. 57%
SL240	长方形、有一角为平直边缘	30/20	3. 05/0. 30/9. 81%
SL279	长方形	50/25	3. 41/0. 20/5. 87%
SQ07	梯形、表面有凹痕、边部有相向切割残留阶梯	54/28	2. 90/0. 70/24. 14%
SQ030	长方形、有一角为斜边、两面无抛光	38/24	保护表面痕迹只测量厚度、约 4. 82
SQ42	长方形、玉璧改制	47/37	未做测量
SQ244	表面有圆弧形凹槽、表面抛光良好	19/13	保护表面痕迹只测量厚度、约 2. 32
大	白化严重无法描述	39/25	1. 91/0. 31/16. 20%
小	白化严重无法描述	29/19	白化严重无法测量

3.2 徐州狮子山楚王墓玉片工艺特征

狮子山楚王墓玉棺片样品均为小件残碎料,无法代表棺片的加工特征,故不做讨论。狮子山楚王墓玉衣除边角连接处出现异型玉片外,其余玉片均为尺寸规整的长方或正方形玉片。玉片共同特征是钻孔均为实心单面钻、有去棱现象、具平直边缘,正

面抛光良好,玻璃光泽(表 4)。经过徐州博物馆对修复中替换下来的玉片及碎料玉片的观察发现改制玉片占到一定比例,背面纹饰主要为剑饰纹(图 6 A)和其他纹饰(图 6B),剑饰纹体现为卷云纹同涡纹组合,主要在剑首中出现,见图 6A1;云雷纹主要在剑格中出现,见图 6A2;涡纹等。

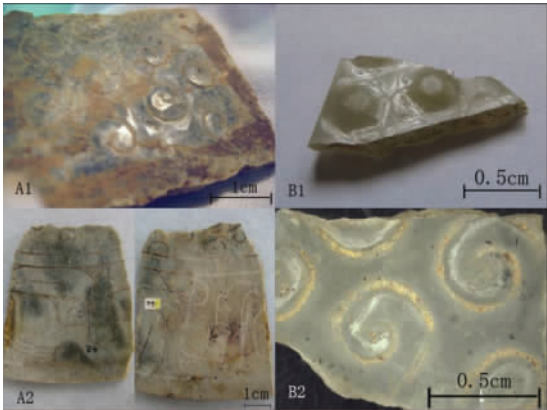


图 5 南越王墓玉衣片背面玄璧纹(A1 ,A2)和狮子山楚王墓玉衣片背面的蒲格纹及涡纹(B1 ,B2)

Fig. 5 The grain and the kui-long pattern on the back of the jade suit excavated from the Nanyue king mausoleum(A1 ,A2) ; The grain and the vortex pattern on the back of the jade suit excavated from the Chu king mausoleum(B1 ,B2)

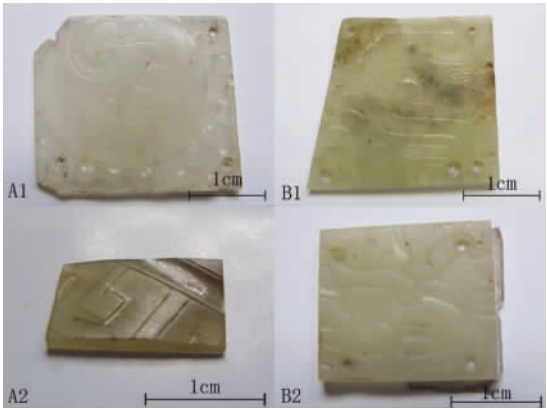


图 6 狮子山楚王墓玉衣片剑饰纹(A1 ,A2)和其它纹饰(B1 ,B2)

Fig. 6 The sword (A1 ,A2) and the other(B1 ,B2) pattern on the back of the jade suit samples excavated from the Chu king mausoleum

表 4 徐州狮子山楚王墓玉衣残片工艺特征

Table 4 The technological characteristics of jade suit samples excavated from the Chu king mausoleum (mm)

编号	工 艺 特 征	均厚*	编号	工 艺 特 征	均厚*
xs01	/	1.5	xs08	/	1.8
xs02	/	2.3	xs09	宽为 1.02cm 棱边见打磨痕迹	1.3
xs03	改制、背面残留蒲格,见七小切面	1.8	xs10	改制玉片,背面见涡纹	1.4
xs04	/	2.4	xs11	背面见疑似切割痕迹的凹坑	2.0
xs05	/	1.6	xs12	改制,背面为弧面	2.5
xs06	/	1.4	xs13	改制,背面见云雷纹	1.9
xs07	背面见相向切割遗留的台阶	1.2	/	/	/

* 均厚单位为 mm、使用游标卡尺测量残片任意三点后计算得出、未做估读

3.3 两墓玉衣片的工艺特征对比

据以上描述,南越王墓只有头罩、手套和脚套部分同狮子山楚王墓的玉衣片在工艺上才具有可比性。

1) 切割工艺特征. 除去部分改制玉片,两墓样品均具有正反平面、锐直的切割边缘,但在玉片厚度、厚薄差和主体玉片均一度上存在较大差异。南越王墓头罩玉衣片平均厚度在 2.90 ~ 3.90mm 之间,玉片厚薄明显不一,十片玉片厚边厚度范围在 3 ~ 4mm,较徐州狮子山楚王墓 1.2 ~ 2.5mm 的厚度范大近乎两倍;使用玉衣片厚边厚度均值减去薄边

厚度均值得到其厚薄差,南越王墓头罩玉片相差在 0.405 ~ 1.745mm 之间(厚薄差),为玉衣片平均厚度的 5.87% ~ 38.63%、多数在 20% 到 30% 之间,厚薄变化明显;而楚王墓玉片在碎片可测量范围内,厚薄差在 0.2mm 之内,占玉片均厚 10% ~ 17%,厚薄变化不明显;观察已修复的玉衣发现,狮子山楚王墓玉片按照玉衣的需要制作出若干类不同规格的玉衣片,再按照玉片大小进行整齐地排列,显然是先设计后制作;而南越王墓玉片排布的规律性较差,只有头套、手套、脚套的玉片经过设计测量并加工串合,但肢体部分玉片排布带有一定的随意性。

2) 钻孔特征. 南越王墓样品中观察到的玉片钻孔同满城汉墓玉片管钻孔及该墓玉璧及部分玉璜的管钻对钻孔明显不同, 外观呈喇叭状, 孔壁向内收敛, 钻孔中部均能见对钻留下的细连接线, 指示钻孔均为实心对钻^[13] (图 7A)。从对钻连接线两边孔壁粗糙度来看, 正反面钻孔工具或解玉砂颗粒度都可能不同。狮子山汉墓玉衣片钻孔孔壁连续, 未见对钻连接线, 从未抛光面向抛光面呈喇叭状收缩, 为实心单面钻 (图 7B)。实测两墓玉衣片样品钻孔的最小孔径都为 0.8mm, 推测实心钻材质硬度较大、尖端部分直径小于 0.8mm; 两墓玉片抛光面钻孔孔径较未抛光面小, 说明钻孔均从未抛光面起钻; 钻孔正反边缘崩口现象均不明显, 则说明解玉砂颗粒较细。上述特点可推测两地玉器钻孔技术水平相当, 都使用硬度较大尖端孔径较小的钻具, 并配合颗粒细致均匀的解玉砂。但南越王墓玉片厚度较厚, 为双面钻; 狮子山墓玉片薄, 规则, 为单面钻孔。从技术上看, 后者有更好

的处理技术。

3) 抛磨特征. 两墓玉衣片均有去棱现象, 棱线锐直、玉片平面及棱线部分抛光良好, 玉片平面上均未观察到线切割在器物切面上留下的同心弧状或抛物线状痕迹, 大部分玉片的背面平滑, 未见上下起伏、凹凸不平的现象, 指示了两地都具有较为成熟的打磨抛光技术。在楚王墓 XS09 边棱痕迹观察到同向打磨或抛光痕迹 (图 8C), 再次验证了战国后、汉代早期已能运用较细的解玉砂对较为平整的玉器表面进行细磨、抛光^[19]。不过在深凹痕迹的去除上, 南越王墓玉片存在较大的问题, 例如 T108 背面见切割痕, T22 背面见凿料痕 (图 8A) 可能说明当时玉料难得或者粗磨技术不够完善。徐州汉墓 XS07 玉衣片背面观察到双面切割对接遗留的台阶, 肉眼观察台阶上部呈现细腻平坦的打磨表面 (图 8B), 显示出其抛光材料粒度细、硬度很高, 相比之下, 同样显示出汉楚地区打磨工具更加先进、打磨抛光技术更为成熟。

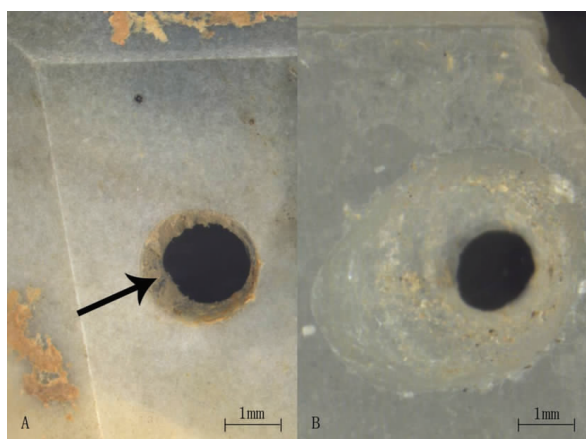


图 7 A 南越王墓头罩-24 玉衣片钻孔特征及去棱痕迹 (箭头所指为对钻连接处);

B 徐州狮子山 xs09 玉衣片单面钻孔特征

Fig. 7 A: The drilling trace and the caving edge trace of the jade suit sample T-24; B: The single-faced drilling characteristic of jade suit sample XS09

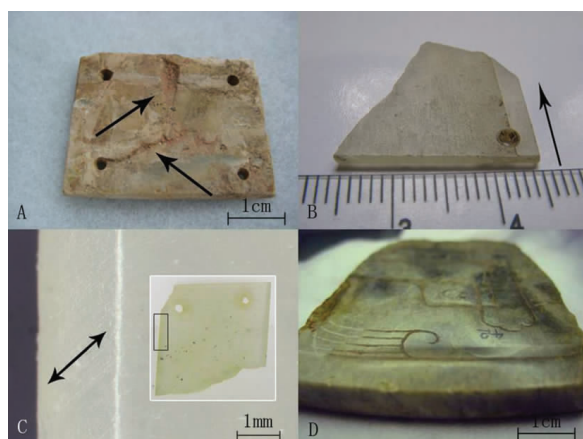


图 8 A 南越王墓头罩 22 背面残留痕迹; B 徐州狮子山 xs07 背后细腻平坦的表面及同向抛磨痕迹; C 徐州狮子山 xs09 去棱边同向痕迹; D 南越王墓上身 7-42 原壁纹的砣机深纹

Fig. 8 The trace on the back of the jade suit sample T-22;

B: The polishing trace on the back of the jade suit sample Xs07;

C: The caving edge trace on the jade suit sample Xs09;

D: The tuo (a tool to process jade) trace on the sample SQ-42

4 95 号玉片切割痕迹实验

本次上手观察中, 在南越王上身 95 号玉衣片 (图 9) 中观测到宽度为 0.5 ~ 0.7mm 的片切割残留切痕 (图 10), 这种痕迹过去也曾有所记载。如《南越王墓玉器》一书 236 页图片中描述“右一的一片六面都有锯切痕, 有的切面还有‘台阶’, 此片当中有一锯缝, 缝宽 0.5cm、锯路平直,

是拉锯的遗痕”(笔者认为 0.5cm 是刊登的笔误, 应该是 0.5mm、经过较为仔细的比对, 书中拍摄的玉衣片和前文所述的 95 号玉衣片并不是相同的玉衣片)。究竟是什么样的切片工具, 怎样的动力系统才能产生如此薄而直的切割痕迹? 究竟古人使用的“工具”最薄可以达到什么程度, 为了回答这个问题, 以现代切割片的切割实验进行简单的验证。



图 9 南越王墓上身玉衣片 95 号

Fig. 9 No. 95 sample of the jade dress excavated from the Nanyue king mausoleum

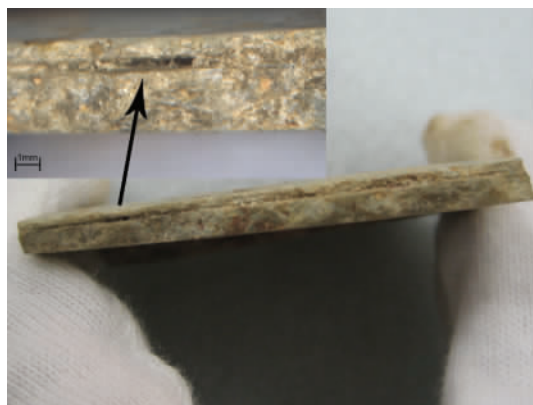


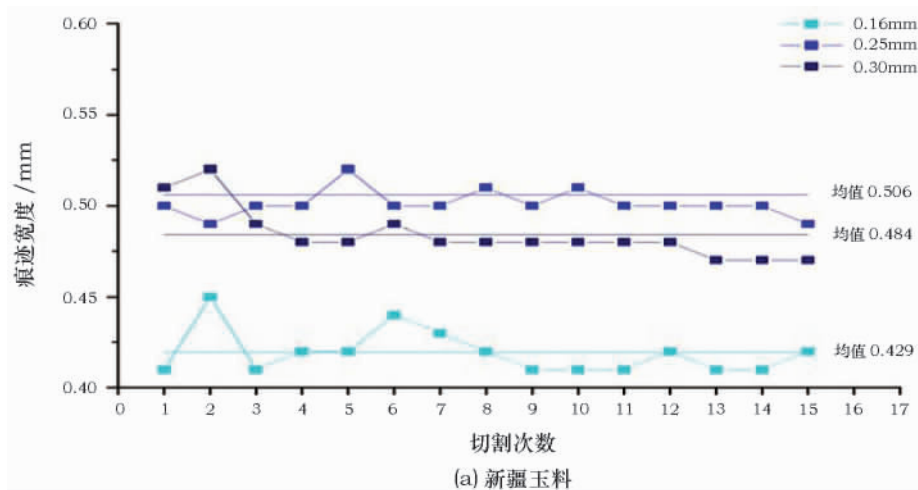
图 10 95 号玉衣片侧面的切割痕迹

Fig. 10 The cutting trace of sample No. 95

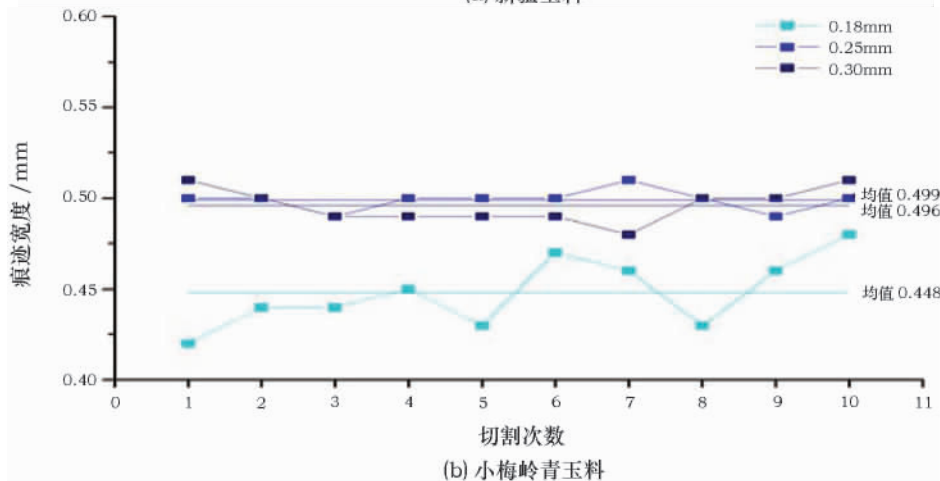
4.1 实验过程

本次实验选择新疆和田青玉料、江苏溧阳小梅岭青玉料和辽宁岫岩老玉料各三组,加工成拥有两组平行面的玉料块,使用 550W 电机带动的小型玉石切割机为工具(行内俗称“水机”),请熟练技师(8 年玉雕经验)手持玉料进行切割实验。金属合金锯片的厚度分别为:0.3mm、0.25mm 和 0.16mm (或 0.18mm)。

实验步骤:(1) 对三组玉料外观特征进行简要描述并用硬度笔测试其刻画硬度(莫氏硬度 6.5 左右);(2) 以不同厚度的合金锯片在玉料边缘沿之前画好的铅笔痕迹切割,各切割 10 次(其中新疆软玉为 15 次),并达到 1cm 左右的深度;(3) 用 OLYMPUS BX41 型偏光显微镜,经过标准计量认证带内标尺的工具对切口进行测量,并绘制每次切割口厚度的变化图(图 11)。



(a) 新疆玉料



(b) 小梅岭青玉料

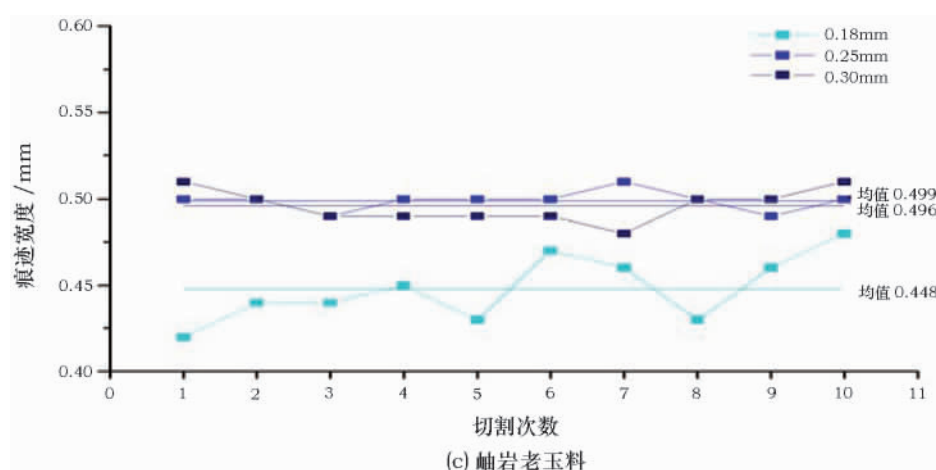


图 11 三个产地软玉料切割数据图

Fig. 11 The cutting experiment results

4.2 实验结果

实验显示,现代切割痕迹的平均宽度大约是锯片厚度的两倍;从图 11 可以看出,具有较高硬度(6.5 左右)且结构致密的新疆青玉料相对于硬度较低结构疏松的江苏小梅岭(6 左右)玉料来说,用同样的三组锯片切割后产生了相对窄的锯切痕迹,显示材料硬度对锯片与切口宽度有一定的影响;熟练技师的经验显示,现代日常玉器加工中多用 0.3mm 的锯片切割玉料,原因就在于它在保持良好的稳定性的同时产生较窄的切割痕迹。

虽然用很细的解玉砂和薄铁锯片进行配合,切割出来的切口可以比现代的金钢石锯片更窄,但要保持两边平直是非常困难的,也就是说汉代切片要在闪石玉中留下 0.5 ~ 0.7mm 的平直锯痕,锯片的最大厚度应该在 0.3 ~ 0.5mm 之间,这种材料的硬度和韧性应该只有合金材料才有可能达到,但具体的科学证据仍然有待进一步工作的揭示。

5 讨论

5.1 两墓玉衣(棺)片玉质对比及有关问题

1) 玉衣质材对比。前人的研究及本实验的 38 个样品的分析显示,两墓的玉片主要为闪石玉(过去,南越王有 1 片例外),可能由于南方雨水充沛、土壤酸性程度高而产生埋藏条件或保存条件的变化,使得南越王墓出土的大部分玉器呈现明显的白化或土沁现象,部分玉衣片表面质地疏松成粉土状,颜色由原先的青白、碧绿变成现在的灰白、青灰、黄白色,玉料多为变斑晶结构,显微结构为纤维交织结构,含有星点状石墨包裹体。狮子山楚王墓玉器材质变化并不显著,除铜绿沁色的

玉片以外玉衣大部分为白-乳(黄)白玉,少数为青白玉,玉棺和另一些玉器则为碧玉质,玉料的颜色均一;有些玉衣片显微结构具有毛毡状结构,多数玉衣片及玉棺片为纤维交织结构、质地细腻温润、光泽感强,部分衣片散布大量细小的结晶石墨包裹体。以现行标准为参考,从玉材质颜色及质地上来看,狮子山楚王墓玉衣质材的整体水平要高于南越王墓出土的玉衣。

2) 玉料来源。同为王侯级用玉,是什么原因导致两墓玉衣出现如此明显的玉料质地差异。普遍观点认为,在西汉初期,由于新疆和安阳之间的玉石之路发展成熟,质地上乘的新疆闪石玉料已可通过玉石之路运往中原,成为汉玉材的主要来源^[20],南越王国地处岭南地区和中原地区相比交通闭塞,因此难以获得优质玉料。无论这个看法是否正确,从两地玉衣均出现用玉器残片改制玉衣的现场可以判断,当时两地玉料同样都是珍贵难得的;但根据对徐州楚王墓玉器的观察以及对玉衣材料稀土微量元素和石墨包体的测试,徐州汉墓的玉料与现代发现的离徐州直线距离不到 400 公里的江苏溧阳小梅岭玉料没有石墨包体,具有较高的 Sr 含量的特征明显不同^[12],应属于新疆和田地区来源^[21];而从玉石的岩石结构、石墨包体特征结合外观特征判断,南越王墓确实有大量玉器的玉料可能也来源于新疆,但其玉衣玉料的结构和田地区玉料确实存在一定的差异,其中颜色特殊黄绿色 SQ224 号玉衣片和 D50-S103“假玉”的存在,显示南越王墓玉料可能存在多个来源。其中根据闻广对南越王墓玉衣片的室温红外吸收光谱判断,变质作用形成的绢云母石英岩“假玉”和最近观测到的出产的低质量的广绿玉含石

英的红外光谱特征非常接近^[22],显示其来源地可能为广东广宁县。

5.2 95号玉片切割痕迹的意义

在西汉早期玉器中,95号玉片的切割痕迹并不是偶然现象。南越王墓玉衣修复报告中提到,有些玉片保留着开料时的切口,切割面上留下了基本平行的“锯路”痕迹,有的切口宽度仅约0.1毫米。关于这种切割痕迹,麦英豪先生在《汉玉大观》一文中也有表述。无独有偶,在西汉初年另外一座地位特殊的王侯级墓葬河北满城中山靖王刘胜墓的出土玉衣片中,也有见到较多的大约为1~1.5mm(最薄0.35mm)的切割痕迹^[2,18]。显然,汉代早期玉片中观察的这些细直的切割痕迹是当时较为普遍的切割技术留下的切割痕迹。几乎可以认为,目前所知西汉玉器最高切割技术的留下的痕迹达到 10^{-1} 毫米级。

中国古玉开片技术主要包括打击、线切割技术、片切割技术、砣切割技术^[23]。虽因“马尾截玉”的说法使得线切割被认为是一种重要的汉代玉料开片方式,但从邓聪教授砂绳截玉的实验可知,掺入解玉砂浆后线切割玉料的痕迹宽度大约为2mm,远宽于95号玉衣片的痕迹;而且线切割切面上会出现起伏不平的现象^[24],所以排除其可能性。《南越王墓“丝缕玉衣”的清理复原》报告中认为切割面上基本平行的痕迹说明当初切料时用的是一种长条形扁片工具推拉进行切割,而且磨料较细。专家对满城汉墓玉片的类似痕迹,认为“有些是用‘砣子’锯开的,有些是用直条锯锯开的”。由于观察条件所限,无法确定95号玉片是为片切割还是砣机切割^[25]。然而,想要留下这个数量级宽度的痕迹无论使用片或砣机切割技术,切割的工具必须是细薄且坚硬的片状体。根据上文实验结论,要在闪石玉中留下0.5~0.7毫米的平直的痕迹,即使是经验丰富的技师,其锯片的厚度也应该在0.3~0.5毫米以下。木竹质锯片因为需要承载解玉砂,宽度肯定更大,予以排除。根据邓聪教授的片切割实验可知,磨刀石片刃部磨尖后切割叶蜡石最后得到0.5cm的切口,宽于刃部厚度(0.3~0.35cm)近一倍;若使用石片,其刃部厚度必须小于0.35mm,考虑到石材加工成0.35mm的平行锯片并且还要切割韧性很大、硬度达到6.5的闪石类玉料,可能性非常小,也可以排除。战国时期,中原冶铁业已经很发达^[26~27],满城汉墓还出土了我国已知最早的固体脱碳钢制品^[18],该时期甚至还出现了钢质工具^[28]。西汉时期南越王出土大量铁质兵器说明当时岭南地区翻铸、铁矿石冶

炼、锻打和淬火技术也相当成熟^[29],因此,推测上述片切割残留痕可能是细薄且有较高硬度的铜或铁制合金工具留下的,显示汉代当时的切割技术已经非常先进,而南越王墓玉器留下的痕迹要么说明南越王时期所使用的切割工具接近了当时的最高水平,要么说明这种玉料是在北方切割的,南越王时期确实存在中原交换来源的玉料。

5.3 两墓玉衣(棺)片工艺特征的差异及相关问题

就钻孔特征和95号玉片切割痕迹特征而言,南越王墓同徐州狮子山楚王墓玉器作坊的制玉工具已不相伯仲,理应可以制作出工艺水平相近的玉衣。但事实上两墓玉衣的差异非常明显,狮子山楚王墓玉片规格规则,玉片排布精心设计,对玉料和工艺力求精益求精,是目前出土汉代玉衣中最为精美一套;南越王墓玉片大小规格不标准,玉片排布带明显的随意性;虽然玉料珍贵难得,但南越王墓玉片厚度近乎是狮子山楚王墓的两倍,且厚薄变化很大,各部分之间也还存在质材和工艺的差异。其中头套、手套、脚套玉衣用料一致、工艺细致,玉片排列整齐,用丝缕串孔穿缀而成;肢体玉片玉料斑杂,存在“假玉”,做工不考究,边缘大多不齐整,显示出不同部分设计及切割工艺具有明显差距。显然,这种差异只能理解为南越王头套、手套、脚套玉衣和肢体玉衣是不同工匠或是不同条件下制造的产品,无法排除南越王全部或部分在当地制作的可能性。同样,南越王墓玉衣和徐州狮子山楚王墓玉衣也是不同玉作体系的产品。

汉代时期,东园被认为是专门为汉皇室和王族制作秘器(丧葬所用的器物)的工坊^[10,30],汉冥器很多可能是东园匠所做。此外,上海博物馆馆藏玉璽铭文显示“尚方”可能是汉代的琢玉机构,作为古代制造帝王所用器物的官署,除了制作剑器以外,“尚方”很可能也制作配套的玉剑饰^[31]。从现有考古证据来看,徐州地区汉玉具有显著的地方特色,如徐州北洞山汉墓出土了五十五枚独特的凸型玉片、乔家湖东汉墓曾出土玉料。南越王墓玉衣头套、手套、脚套同躯干玉片存在明显差异,躯干裤筒玉片中发现和满城汉墓刘胜部分玉衣、玉握及山东临沂刘疵的部分玉衣片类似的玄璧改制玉片^[13]、南越西耳室出土未成形玉璧以及丝缕玉衣上身存在类似“广绿玉”的假玉片等实物证据加上南越王赵佗曾献“白璧一双”的文史资料,证实南越国确实也拥有自己的琢玉工坊。上述证据说明,诸侯国拥有具有本地特色的琢玉工坊,汉代玉作具有不同的体系,工艺水平参差不齐。

6 结 论

通过对西汉早期最重要的两座王侯级墓地出土玉衣玉质和制作工艺的分析比较,可以得出以下结论。

1) 西汉早期两个最重要王侯墓徐州狮子山楚王墓和广州南越王墓玉衣玉材主要为闪石玉,改制玉片在两墓玉衣中均有出现,可推知在当时无论中原还是岭南地区闪石质玉材都还十分珍贵。楚王墓玉材来源单一且品质较高,南越王墓除外地来源外,至少“假玉”可能是本地来源,其来源地可能是粤西广宁。

2) 根据实物测量和模拟实验,汉代早期琢玉工具已很先进,其中徐州狮子山汉墓的工艺水平高于南越王墓。切割微痕显示南越王墓所使用的切割工具可能接近当时的最高水平,也可能存在中原交换来源的玉材,但无法排除南越王墓玉衣全部或部分在当地制作的可能性。

3) 根据两墓玉衣形制、玉片厚度和规格,结合前人的考古发现,可以判定两地玉衣来自不同的玉作系统,当时诸侯国可能拥有自己的琢玉工坊,汉代玉作具有多个不同的体系,工艺水平参差不齐。

参考文献:

- [1] 夏 鼐. 汉代的玉器——汉代玉器中传统的延续和变化[J]. 考古学报, 1983 (2): 125-145.
XIA Nai. Han jades[J]. Acta Archaeo Sin, 1983 (2): 125-145.
- [2] 卢兆荫. 南越王墓玉器与满城汉墓玉器比较研究[J]. 考古与文物, 1998 (1): 43-49.
LU Zhao-yin. Comparative study on jades from tomb of King of Nanyue and Mancheng tomb of han dynasty[J]. Archaeol Cult Relics, 1998 (1): 43-49.
- [3] 闻 广. 中国古玉地质考古学研究——西汉南越王墓玉器[J]. 考古, 1991 (11): 1032-1038.
WEN Guang. Study on geology and archeology of Chinese jade-western-Han dynasty mausoleum of the Nanyue king[J]. Archaeology, 1991 (11): 1032-1038.
- [4] 麦英豪. 汉玉大观[M]//南越王墓玉器. 香港: 两木出版社, 1991: 39-56.
MAI Yin-hao. A panorama of Han jades—An introduction to the jades excavated from the tomb of the King of Nanyue in Xianggang [M]// Jades from the Tomb of the King of Nanyue. Hon Kong: The Woods Publishing Company. 1991: 39-56.
- [5] 杨建芳. 南越王墓玉器研究—南越式玉器的识别及相关问题[C]//玉文化论丛. 台北: 众志美术出版社 2001: 113-127.
YANG Jian-fang. Research on jades from Nanyue King mausoleum. [C]// Jade culture forum. Taipei: Zhong-zhi Arts Press, 2001: 113-127.
- [6] 王黎琳. 徐州出土汉玉概论[J]. 徐州工程学院学报(社会科学版) 2009 (2): 37-41.
WANG Li-lin. Conspectus of the Hans Jade article unearthed in Xuzhou[J]. J Xuzhou Inst Technol (Soc Sci Ed), 2009 (2): 37-41.
- [7] 冉如波, 陈海霞. 徐州狮子山楚王墓主身份及其相关问题的初步研究[J]. 江汉考古, 2007 (2): 58-64
RAN Ru-bo, CHEN Hai-xia. Tentative Study on the Identification of Owner of the Shizishan Burial in Xuzhou[J]. Jiangnan Archaeol, 2007 (2): 58-64.
- [8] 刘尊致. 徐州狮子山楚王墓墓主再探[J]. 徐州师范大学学报(哲学社会科学版) 2005 31(2): 78-82
LIU Zun-zhi. Re-probing the Owner of the Shizishan Chu King's Mausoleum[J]. J Xuzhou Normal Univ (Phil Soc Sci Ed), 2005, 31(2): 78-82.
- [9] 卢兆荫. 试论两汉的玉衣[J]. 考古, 1981 (1): 51-58
LU Zhao-yin. A preliminary comment on jade suits in the Western and Eastern Han dynasties[J]. Archaeology, 1981 (1): 51-58.
- [10] 古 方. 从南越王墓出土的玉璧谈汉代的玄璧[C]//南越国史迹研讨会论文选集. 北京: 文物出版社, 2005: 117-124
GU Fang. Discussion on mysterious Bi in Han dynasties from the jade Bi unearthed in Nanyue king's tomb[C]// The symposia on the relic of Nanyue Kingdom meeting. Beijing: Cultural Relics Press, 2005: 117-124.
- [11] 崔文元, 杨富绪. 和田玉(透闪石玉)的研究[J]. 岩石矿物学杂志, 2002 (S1): 27-33.
CUI Wen-yuan, YANG Fu-xu. Study on Hetian jade (tremolite jade) [J]. Acta Petrol Et Mineral, 2002 (S1): 27-33.
- [12] 赵虹霞, 张朱武, 干福熹. 用于中国古代玉器质地鉴别和溯源中的无损分析方法[J]. 广西民族大学学报(自然科学版), 2009 (12): 42-53.
ZHAO Hong-xia, ZHANG Zhu-wu, GAN Fu-xi. The Non-destructive Analytical Methods Applied to Discrimination of the Mineral Phase and Provenance of Chinese Ancient Jade Artifacts[J]. J Guangxi Univ Nat(Nat Sci Ed), 2009 (12): 42-53.
- [13] 白荣金. 南越王墓“丝缕玉衣”的清理复原[M]//西汉南越王墓. 北京: 文物出版社, 1991: 359-371.
BAI Rong-jin. Cleaning and repair the silk threaded jade suit from Nanyue King's tomb [M]// Nanyue King's tomb of the Western Han. Beijing: Cultural Relics Press, 1991: 359-371.
- [14] 吴瑞华, 李雯雯, 白 峰. 新疆和田玉岩石学特征及其扫描电镜研究[J]. 岩石学报, 1999 15(4): 638-644.
WU Rui-hua, LI Wen-wen, BAI Feng. Study on petrological feature and SEM of Xinjiang Hetian Jade[J]. Acta Petrol Sin, 1999, 15(4): 638-644.
- [15] 王时麒, 段体玉, 郑姿姿. 岫岩软玉(透闪石玉)的矿物岩石学特征及成矿模式[J]. 岩石矿物学杂志, 2002(增刊): 79-89.
WANG Shi-qi, DUAN Ti-yu, ZHENG Zi-zi. Mineralogical and petrological characteristics of Xiuyan nephrite and its minerogenetic model[J]. Acta Petrol Min 2002 (Suppl): 79-89.
- [16] 狮子山楚王陵考古挖掘队. 徐州狮子山西汉楚王陵发掘简报

- [J]. 文物, 1998 (8): 4-33.
The Archaeological Team at the Tombs of the Chu Kings. Excavation of an Imperial Tomb of Chu at Shizishan near Xuzhou [J]. Cult Relics, 1998 (8): 4-33.
- [17] 伏修锋, 干福熹, 马波等. 几种不同产地软玉的岩相结构和无破损成分分析[J]. 岩石学报, 2007 (5): 1197-1202.
FU Xiu-Feng, GAN Fu-xi, MA Bo *et al.* Structural and nondestructive componential analysis on several Nephrite from different provenances [J]. Acta Petrol Sin, 2007 (5): 1197-1202.
- [18] 中国社会科学院考古研究所技术室. 满城汉墓“金缕玉衣”的清理和复原[J]. 考古, 1972 (2): 39-47.
Technical office of the Institute of Archaeology, Chinese Academy of Social Sciences. Cleaning and repair the gold threaded jade suit from Mancheng tomb [J]. Archaeology, 1972 (2): 39-47.
- [19] 贺占哲. 古代玉器制作工艺初探[J]. 山西煤炭管理干部学院学报, 2008 (1): 214-215.
HE Zhan-zhe. Preliminary exploration of technology of Chinese ancient jade [J]. J Shanxi Coal-Min Administ Coll, 2008 (1): 214-215.
- [20] 杨伯达. “玉石之路”的布局及其网络[J]. 南都学坛, 2004 (3): 113-117.
YANG Bu-da. On the position & network of “The Jade Road” [J]. Academic Forum of Nandu, 2004 (3): 113-117.
- [21] 谷婉子, 李银德, 丘志力等. 徐州狮子山楚王陵出土金缕玉衣和镶玉漆棺的玉料组分特征及其产地来源研究[J]. 文物保护与考古科学, 2010 22(4): 54-63.
GU Xian-zi, LI Yin-de, QIU Zhi-li *et al.* Composition and material source of jade dress pieces and jade coffin pieces excavated from the mausoleum of Chu king in Lion mountain, Xuzhou [J]. Sci Conserv Archaeol, 2010 22(4): 54-63.
- [22] 王辅亚, 张惠芬, 冯璜等. 广东绿玉的物质组成和谱学特征[J]. 矿物学报, 1996 (1): 77-81.
WANG Fu-ya, ZHANG Hui-fen, FENG Huang *et al.* Composition and Spectroscopic Characteristics of Green Stone from Guangdong Province [J]. Acta Min Sin, 1996 (1): 77-81.
- [23] 邓聪. 中国玉器开片技术三部曲[C]//二里头遗址与二里头学术文化研讨会论文集. 北京: 科学出版社, 2005.
DENG Cong. Trilogy of slicing technology of Chinese jade [C]//The symposia on the Erlitou Site and Erlitou academy and culture meeting. Beijing: Science Press, 2005.
- [24] 王方. 金沙玉器制作工艺的初步观察[J]. 中原文物, 2006 (6): 77-83.
WANG Fang. A primary research on the facture techniques of the jades unearthed at Jinsha Site [J]. Cult Relics Cent Chin, 2006 (6): 77-83.
- [25] 杨建芳. 关于线切割、砂轮切割和砂轮刻-兼论始用砂具的年代[J]. 文物, 2009 (7): 53-67.
YANG Jian-fang. About wire cutting, wheel cutting, and wheel carve and discussion on beginning using time of wheel tools [J]. Cult Relics, 2009 (7): 53-67.
- [26] 杨伯达. 关于琢玉工具再探讨[J]. 南阳师范学院学报(社会科学版), 2007 2(6): 74-76.
YANG Bo-da. An re-discuss about Curving Jade Tools [J]. J Nanyang Normal Univ (Soc Sci Ed), 2007 2(6): 74-76.
- [27] 孔富安. 中国古代制玉技术研究[D]. 山西大学, 2007.
KONG Fu-an. The study of technology of Chinese ancient jading producing [D]. Shanxi University, 2007.
- [28] 李祖德. 古代块炼铁技术[J]. 粉末冶金技术, 1990 (5): 114-119.
LI Zu-de. Ancient bloomery iron process [J]. Powder Metal Technol, 1990 (5): 114-119.
- [29] 冼剑民. 汉代岭南的青铜业和冶铁业[J]. 暨南大学学报(哲学社会科学) 1988 3: 49-54.
XIAN Jian-min. The bronze casting and the metallurgical industry in Linnan in the Han Dynasty [J]. J Jinan University (Phil Soc Sci Ed), 1988 3: 49-54.
- [30] 张仁玺. 两汉时期的丧葬礼俗考略[J]. 山东师范大学学报(人文社会科学版), 2002 (6): 82-84.
ZHANG Ren-xi. Brief studies on the Funeral Customs in the Han Dynasty [J]. J Shandong Teach Univ (Soc Sci Ed), 2002 (6): 82-84.
- [31] 张尉. 试论东周、西汉玉器的制作成就[C]//上海博物馆集刊, 第8辑, 上海: 上海书画出版社, 2000: 551-570.
ZHANG Wei. A preliminary comment on the achievement of jade manufacture in Western Han dynasties and the Eastern Zhou Dynasty [C]//Editorial committee of the bulletin of the Shanghai Museum. The Bulletin of the Shanghai Museum, Vol. 8, Shanghai: Shanghai Painting Press, 2000: 551-570.

Comparison of the mineral materials and technological characteristics of the jade suits from the early Western Han Dynasty

LUO Han¹, LI Lin-na², QUI Zhi-li¹, LI Yin-de³, CHEN Can-qiang²,
GONG Sheng-wei⁴, Cui Ya-ping², MAI Zhi-qiang⁴

(1. Department of Earth Science, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

2. Museum of western Han Dynasty Mausoleum of the Nanyue king, Guangzhou 510040, China;

3. Xuzhou Museum, Xuzhou 221009, China; 4. Guangzhou Entry-Exit Inspection & Quarantine Bureau, Guangzhou 510623, China)

Abstract: The Nanyue king's mausoleum in Guangzhou and the Chu king's mausoleum at Lion Mountain of Xuzhou are the two of the most important sites, having the largest numbers of unearthed jadewares from Han dynasty burial grounds in China. The silk and gold threaded jade suits from these two mausoleums are the most important jade-ware buried with the dead in the southern and central parts of China. The authors compared the mineral materials and technological characteristics of the jade suits from the two mausoleums by direct observation, microscope, environmental scanning electron microscopy (ESEM), and infrared and Raman spectroscopy. The results show that the raw materials of most of the jade suits in both mausoleums are nephrite jade. But based on current jade colour and texture, the jade materials from the Chu king mausoleum are of much better quality than those in the Nanyue king mausoleum; the latter appeared to have multiple origins. The so-called "pseudo-jade" from the Nanyue king mausoleum were likely from western Guangdong. The cutting traces and marks on the jade ware from the Nanyue king mausoleum suggest that the jade-carving tools of the Nanyue kingdom were nearly the best available at that time, or there was some material exchange between Nanyue area and Central plain. Furthermore, the possibility can't be excluded that all or parts of the jade suits from the Nanyue king mausoleum were locally carved. The authors propose that different cutting-craft systems co-existed in the Han Dynasty and that the obvious difference between the jade suits, in terms of technological features, from the two mausoleums indicates that these jade suits were possibly made by different cutting-craft systems.

Key words: Jade suits; Jade material; Technology; The Western Han dynasty; The Nanyue king mausoleum; The Chu king mausoleum

(责任编辑 谢 燕)