

面，并随着光线的移动而变化。当光线超出某一个范围时，这种斑斓的色彩又逐渐隐匿不见。从微观上看，珠体内的 SiO_2 晶体以隐晶质的形式立体、无规则地排列着，晶体间的微孔隙充满了结构水等物质，当珠子埋藏入土后经历了风化淋滤和渗透胶结作用后，珠体内的结构水和较容易溶于水的物质被析出，导致晶体间的孔隙度增大，晶体结构变得疏松，而晶体的排列形态也逐渐发生改变，当这些晶体的排列形成某些特殊交角并有光线从特定的角度穿过这些晶体交角的时候，就会因为光线的折射而产生“虹化现象”。（图二十三）是“虹化现象”在 50 倍光学显微镜下的成像，我们看到这一部位最表层的 SiO_2 晶体呈现出圆环状疏松的现象，这是由这一部位 SiO_2 晶体的排列状态决定的。当显微镜的灯光从上面照射这一部位时，晶体疏松的圆环状部位呈现出如彩虹般旖旎的光彩。（图二十四）是 70 倍显微镜下的成像，图中我们仍能看到旖旎的彩色斑面，也更清楚地观察到玛瑙珠体最表层的 SiO_2 晶体呈现出自然疏松的状态，疏松较严重处还有晶体轻微脱落的现象。



图二十五



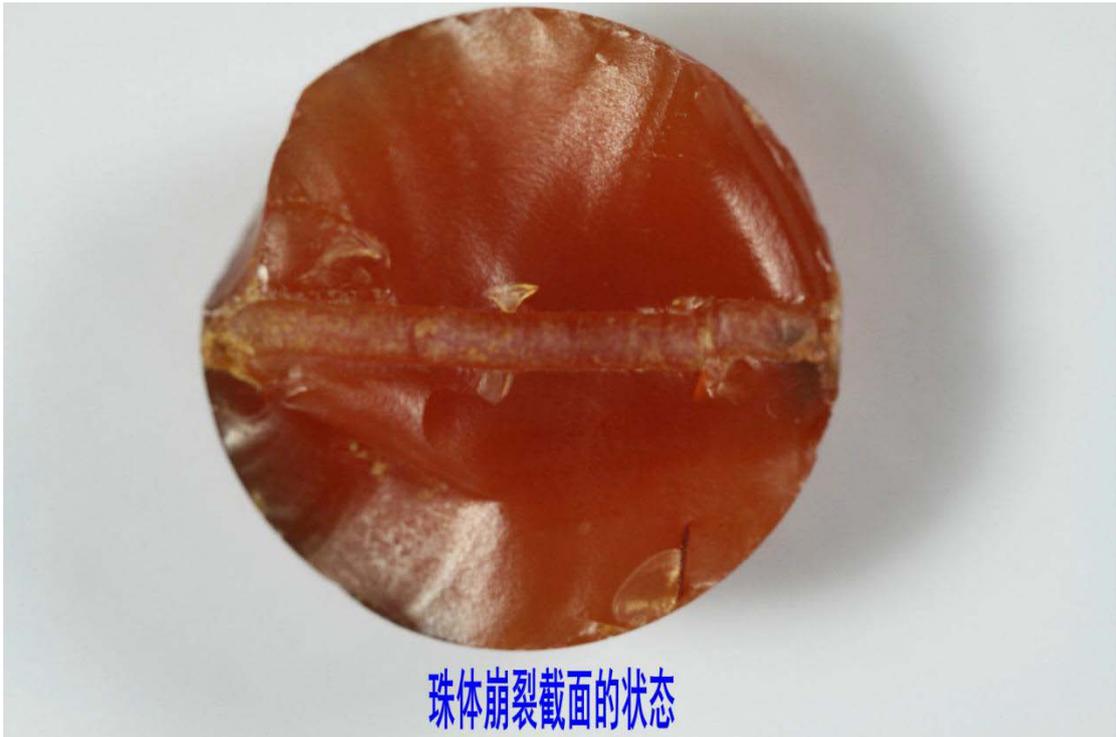
图二十六



图二十七

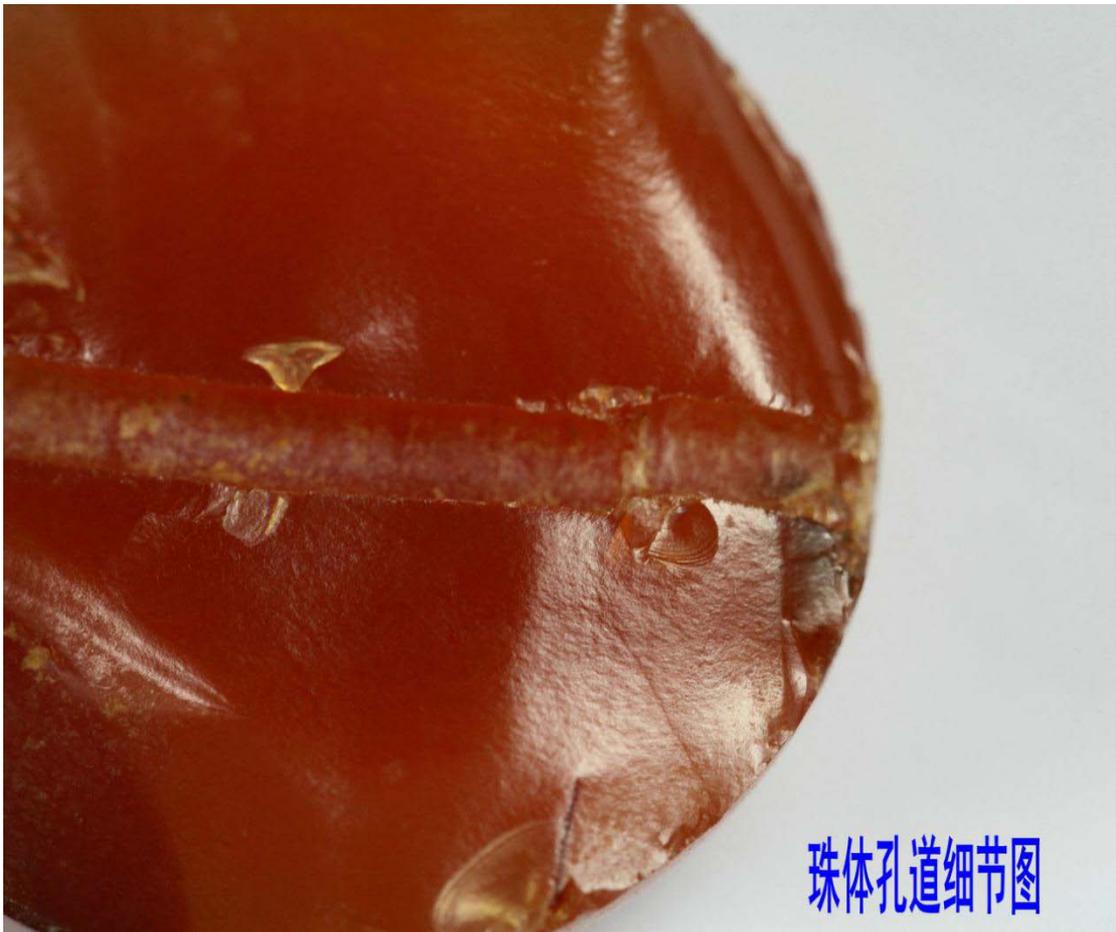
我们在（图二十五）中看到了明显的“色沁现象”、“土蚀痕现象”和“橘皮纹现象”。图像资料显示：这颗玛瑙珠的表面并非特别光滑平整，珠体的一小部分受沁后发生了自然脱落，深红的沁色沿着珠体表层的沁裂纹逐渐沁入珠体深处，并如水墨般晕染开来。（图二十六）是 25 倍光学显微镜下观察到的橘皮纹现象、沁裂纹现象、晶体脱落现象和红色沁现象。产生上述受沁现象的机理是：在玛瑙珠埋藏入土后长时间的持续风化过程中，相对较早期的风化淋滤作用将珠体内的可溶性物质溶解并和晶间水一起流动扩散并带出，从而导致晶间孔隙增大，晶体间的连结力降低，而玛瑙珠体的结构也变得疏松，最终导致部分晶体脱落，当这种风化现象不严重并只在玛瑙珠表面质地较差的地方轻微出现时，就会产生“土蚀痕”和“土蚀斑”现象。当风化作用导致珠体的表层晶体有稍大面积的脱落，就形成了“土蚀坑”现象；“色沁现象”的产生机理是：我们知道海昏侯墓的土壤土

中富含铁元素，这些铁元素在渗透胶结的风化过程中沿着较为疏松的珠体表层结构和沁裂纹逐渐渗透进入玛瑙珠的晶间孔隙中，就形成了我们看到的铁元素入沁现象。（图二十七）是“色沁现象”在 50 倍显微镜下的成像，它使我们对上述现象的观察更为清晰，同时我们也看到珠体上自然崩裂的矿物表面与玛瑙珠体的表面呈现出完全不同的光泽和细微形态；“橘皮纹现象”产生的机理是：这颗玛瑙珠的晶体结构不是很致密，且抛光也不是特别精细，虽然古人在制作它时用解玉砂反复地打磨抛光，但珠体表面在微观下仍然呈现出相对凹凸不平的状态，珠子埋藏入土后经历的风化淋滤作用导致矿体中可溶性离子和晶间水大量流失，从而加剧了微观下珠体表面凹凸不平的状态。在渗透胶结的过程中，富含 Si、Al、Fe 元素的胶体溶液堆积胶结在微观相对不太平整的珠体表面，并与解玉砂琢磨痕迹相互映衬，当光线从特定角度照射时就形成了“橘皮纹”这种美妙的光影效果。



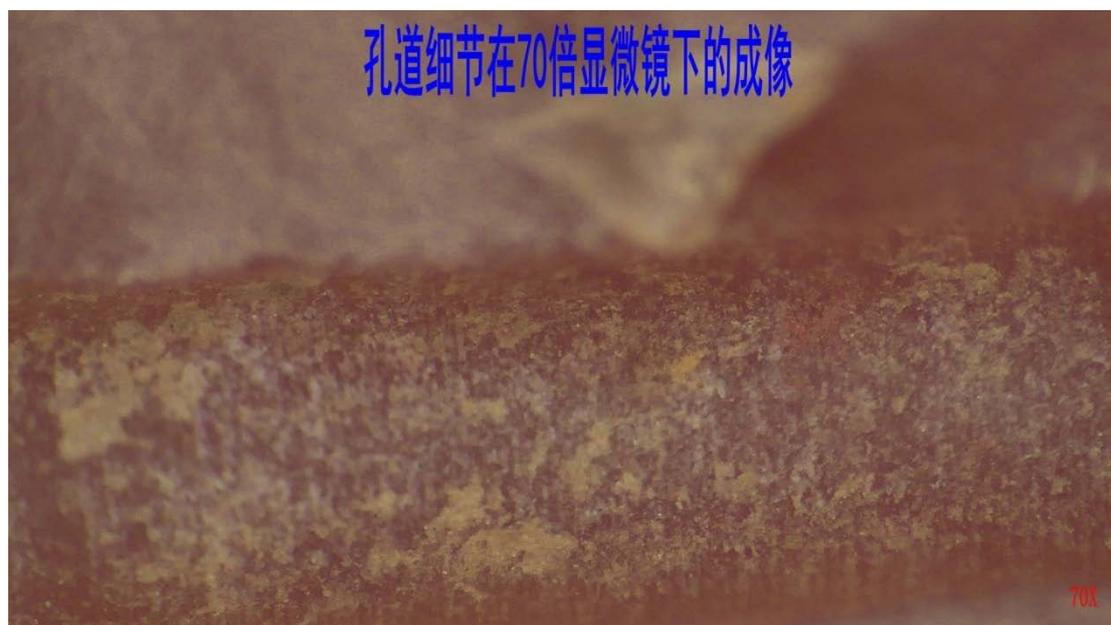
珠体崩裂截面的状态

图二十八



珠体孔道细节图

图二十九



图三十

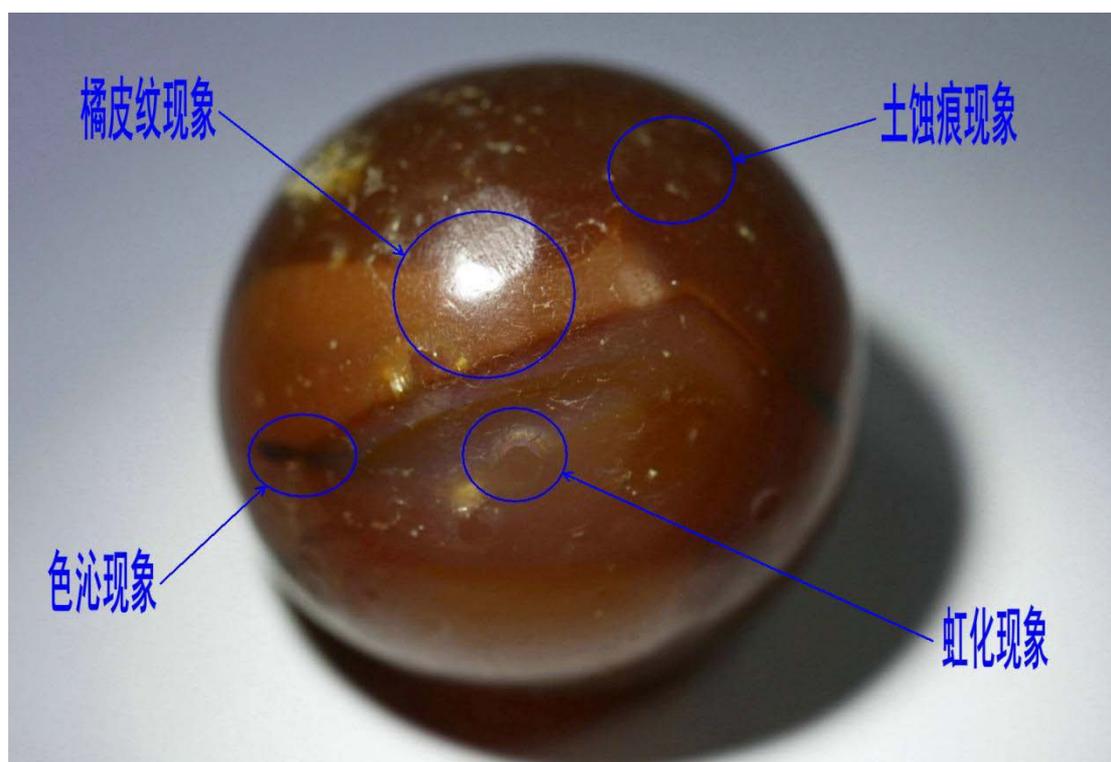
由于这颗“红玛瑙圆珠”受沁后正好从中间崩裂为两半，从而使我们能够全面、清晰地观察到珠子的孔道状态。（图二十八）中我们观察到玛瑙珠体崩裂后呈现的自然形态，其表面呈石蜡光泽，这是天然红玉髓矿体剖面未经抛光的光泽特征⁴¹。珠体崩裂截面的部分晶体已经疏松，进一步发展有脱落的迹象。孔道横贯于珠体崩裂截面的中部，并非特别平直，孔道剖面的光泽暗哑，明显不同于珠体崩裂截面的石蜡光泽。仔细观察（图二十九），我们看到孔道的前五分之一处有一个微小的台阶痕，这是双面定位出现细微偏差后导致孔内出现错位后形成的台阶痕⁴²。孔道其余部分直贯通畅，表明工匠曾先从一头

⁴¹[英] 罗纳德·路易斯·勃尼威兹著、张洪波、张晓光译、杨主明审：《宝石盛典：矿物与岩石权威图鉴》，第 227 页，电子工业出版社出版，2013 年。

⁴²邓淑萍、沈建东：《中国史前玉雕工艺解析》，杨伯达：《中国玉文化、玉学论丛四篇》，第 1047 页，图 65，紫禁城出版社，2007 年。

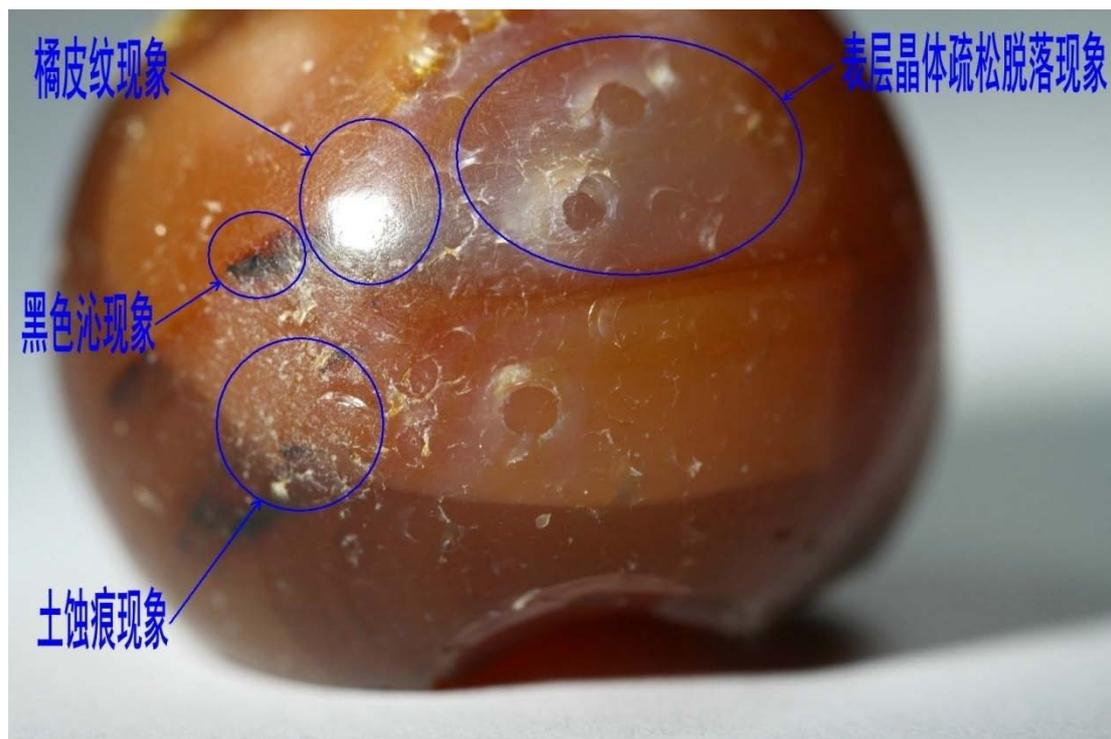
钻孔至孔道的五分之四处，然后再从另一头对接钻孔并贯通整条孔道。孔道两头的端部有些许晶体疏松的现象，而整条孔道的表面均附着有壤液成分，表明壤液曾长时间充斥于整条孔道内。肉眼看不到解玉砂琢磨过孔壁后留下的旋痕，从孔壁干净利落的状态看，工匠使用了硬度相当高的铁质管钻和硬度大于 7 的解玉砂来钻孔，并且已有了相当高的钻孔速度。可见当时工匠的钻孔技术已经非常娴熟，且已经使用了夹具和其他较为简单的机械装置来进行钻孔。（图三十）是孔道截面在 70 倍显微镜下的成像，我们可以清楚观察到孔道表层附着有壤液成分，几乎看不到微细的旋痕，但可以观察到游离状的解玉砂琢磨孔壁后留下的痕迹，说明工匠钻孔时使用的解玉砂的粒度被碾磨加工得非常细腻、均匀。

（五） 残损的红玛瑙圆珠



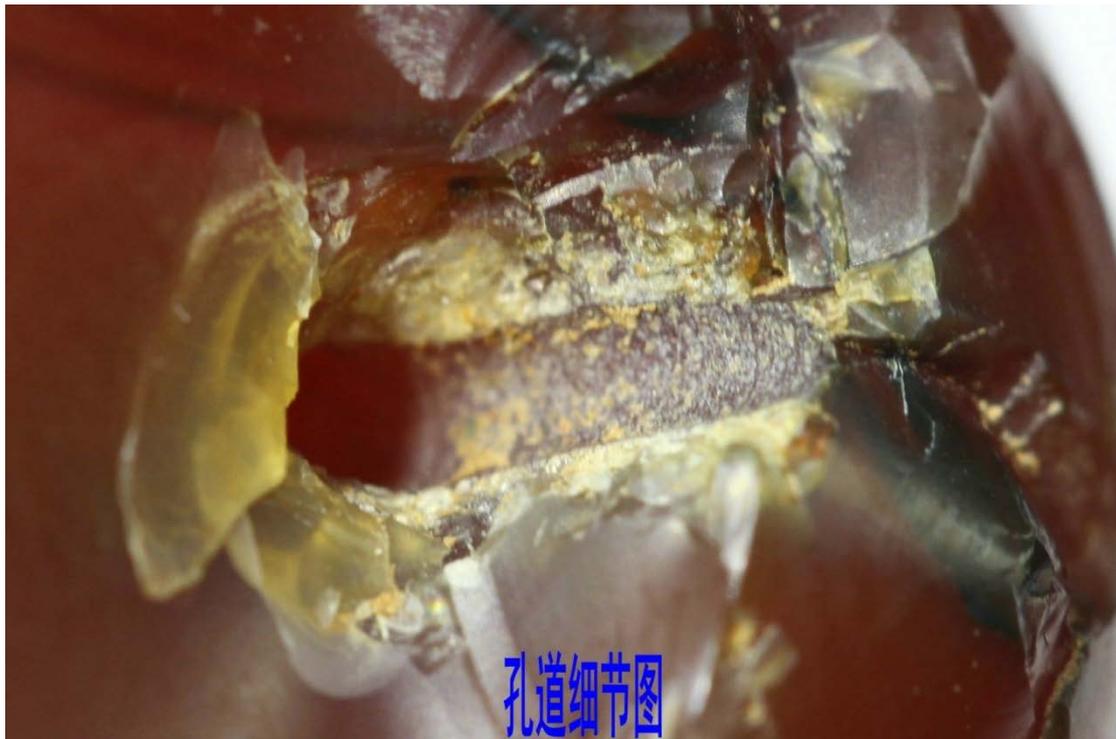
图三十一

(图三十一)中的“红玛瑙圆珠”出土时位于 M5 主棺刘充国遗骸头部的右侧，出土时已有部分残损，编号为：M5-S-43。这颗红玛瑙圆珠的孔距为 20.8mm 。



图三十二

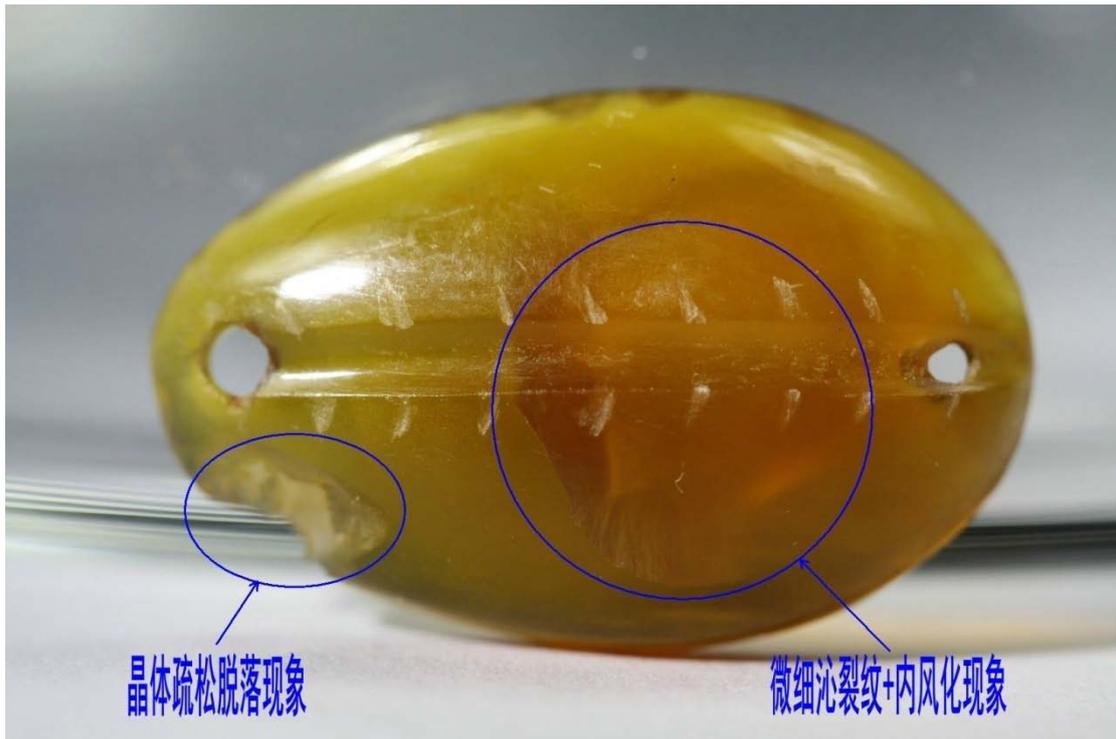
这颗“红玛瑙圆珠”受沁后也呈现出虹化现象、色沁现象、微细橘皮纹现象及土蚀痕现象。(图三十二)是这颗玛瑙珠的局部微距图，我们看到：整颗珠子的表面布满了细微的橘皮纹，土蚀痕现象星罗棋布于珠体表层，而珠体表层晶体的疏松、脱落现象呈圆环状或半圆环状自然分布于珠体表层，还有黑色沁从珠体表面沁入。上述受沁现象的产生机理，前文已有阐释，此不赘述。



图三十三

我们从（图三十三）看到这颗玛瑙珠的孔道细节：孔道的内壁粗糙不平，光泽暗哑，表面附着有壤液成分。放大看，能隐约观察到游离状解玉沙琢磨过孔壁后留下的细密、不平行、不连贯的微细痕迹。孔道周围的玛瑙晶体也变得疏松，说明孔道曾长时间充斥着壤液，从而产生了相应的受沁现象。

（六） 黄玛瑙贝饰



图三十四

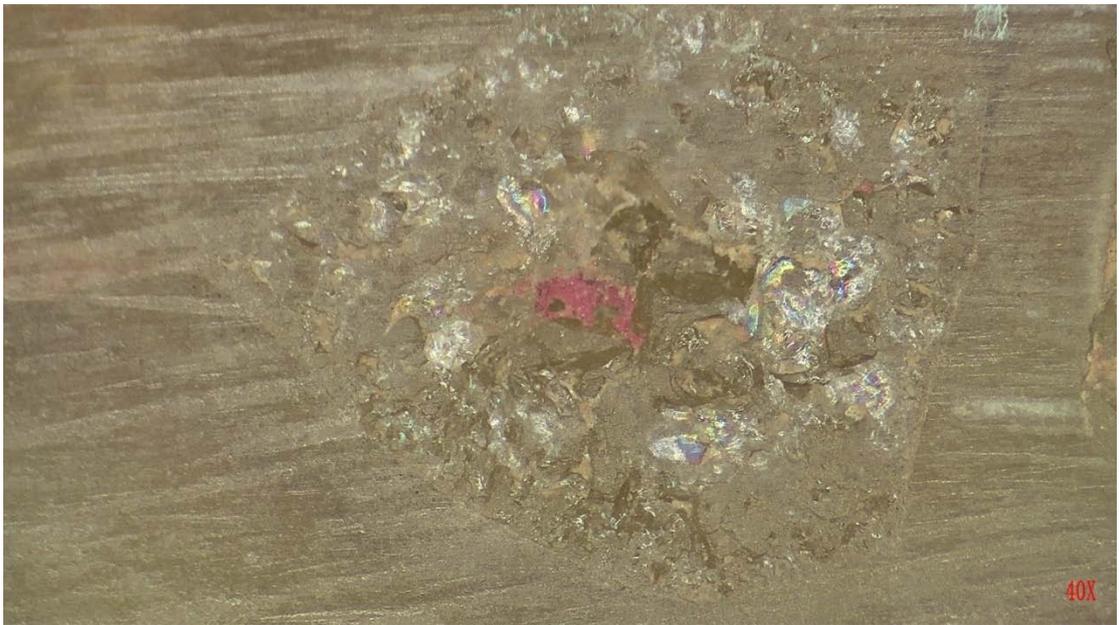
（图三十四）中的“黄玛瑙贝饰”呈半透明鲜艳的黄色，编号为M5-S-20，出土于M5主棺刘充国遗骸头部左侧。此件玛瑙贝饰长19.51mm；宽12.5mm；厚度为4.44mm。



图三十五



图三十六



图三十七

这件“黄玛瑙贝饰”具装饰作用的一面被细致地打磨抛光，莹润亮泽，表面为玻璃光泽。在接近两端处分别有两个钻孔，显然是用来将贝饰固定于织物之上。两个钻孔间雕刻有一条长直的主纹饰横贯于

饰件中部，其截面呈“U”形，且表面也呈光亮的玻璃光泽。贝饰上有一条细长的弧形沁裂纹，其边缘部位还有受沁后部分晶体崩裂脱落的现象。由于制作这件黄玛瑙贝饰的矿料质量上乘，透明度较高，我们还可以观察到到饰件内部的风化状态，其形成机理是：当这件玛瑙贝饰的内应力和风化作用叠加于饰件内部较为脆弱的晶键上时，随着风化作用的持续进行，就会加快这一部位晶体间的晶键断裂，使这一部位的晶间隙逐渐变大，透光就可以观察到饰件内部的玛瑙晶体呈现出渐趋疏松的现象，即为“内风化现象”。（图三十五）是 30 倍显微镜下的成像：“U”形主纹饰的玻璃光泽更加明显，由此可见这条主纹饰是用片状砣具加工而成⁴³，其表面也曾被精细地打磨抛光，从而呈玻璃光泽。主纹饰两边分别有八条相对浅窄的辅助纹饰，琢磨得并不深，它们是工匠用砣具带动极其细腻的解玉砂轻轻砣过已抛光好的贝饰表面后留下的痕迹，这些轻微的砣痕光泽暗哑，显然没有被精细抛光。（图三十六）是“黄玛瑙贝饰”不具装饰作用的另一面。图中可以观察到玛瑙莹润的半宝石光感，此面没有被精细打磨，仍残留有截取矿料时留下的截割痕。图中还可看到有一块发育不成熟的石英晶体被包裹于玛瑙矿体中，透过半透明的玛瑙矿体可以隐约观察到不成熟石英晶体的立体状态，而饰件的这一面胶结有薄薄的壤液成分。（图三十七）是这一部位在 40 倍显微镜下的成像，多处颗粒粗大的石英晶体反射出旖旎的彩光，还可以看到壤液中的色素胶结在其中一小部分粗大石英晶体的表面后形成的紫红色斑块。

⁴³ 徐琳：《中国古代治玉工艺》，第 74 页，故宫出版社，2012 年 12 月第 2 次印刷。

(七) 血点玛瑙贝饰



图三十八

(图三十八)中的“血点玛瑙⁴⁴贝饰”呈半透明红黄色，色彩鲜艳莹亮。此件文物编号为M5 -S-19，出土于M5 主棺刘充国遗骸头部左侧。血点玛瑙贝饰长 17.76mm ； 宽 11.98mm ； 厚度为 3.87mm。

⁴⁴ 张庆麟编：《珠宝玉石：识别辞典修订版》，第 252 页，上海科技技术出版社，2010 年。



图三十九

从图三十八可以看出，这件“血点玛瑙贝饰”具装饰作用的一面被细致地打磨抛光，此面整体具有硬亮挺括、光照若鉴的玻璃包浆。临近两头端部分别有两个钻孔，用来固定饰件于织物之上。饰件中部雕刻有一条长直的主纹饰，其截面呈“U”形，且表面也呈光亮的玻璃光泽。主纹饰的两边分别有八条相对浅窄的辅助纹饰，它们琢成后没有被打磨抛光，呈现出暗哑的光泽，恰好与周边的玻璃光泽形成对比，从而成为贝饰辅助纹饰的表现形式。（图三十九）是侧面观察这件玛瑙贝饰，其呈黄色的一端较厚，而红色的一端则相对较薄。



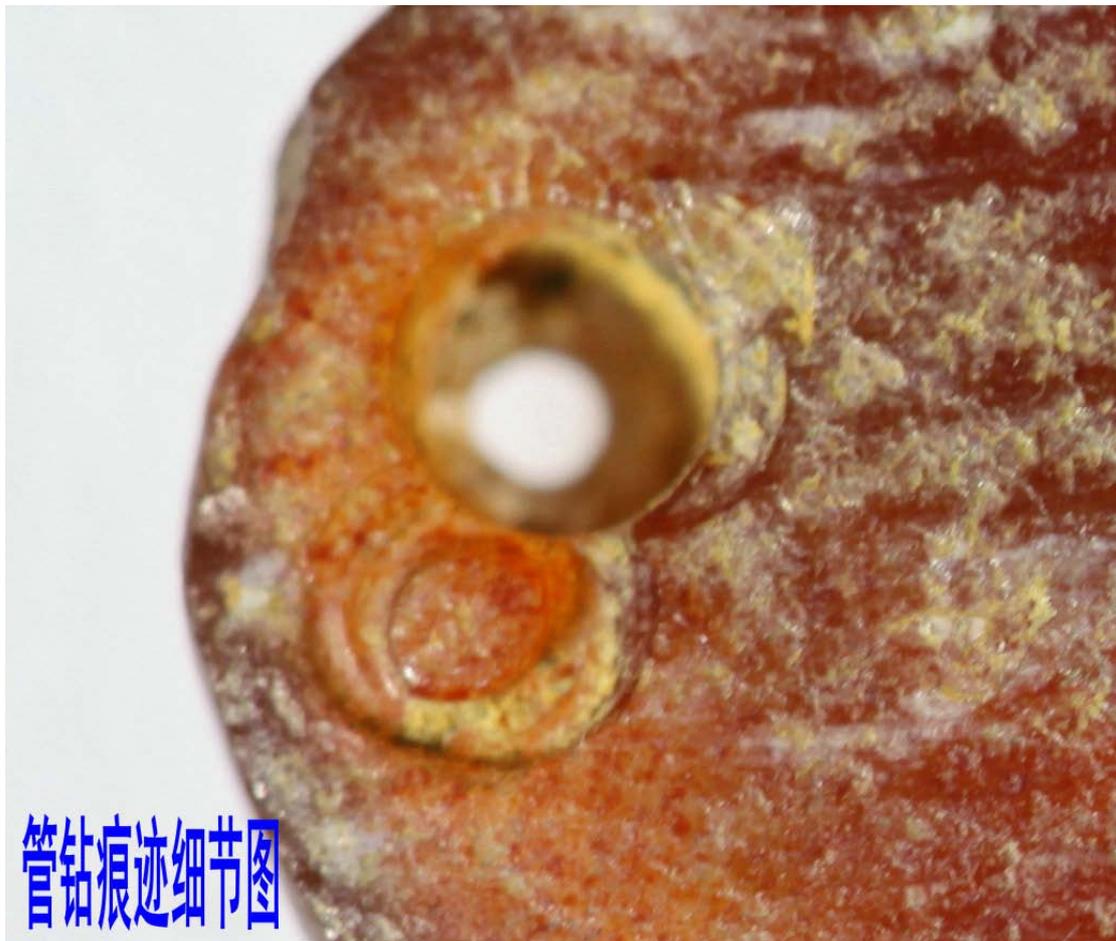
图四十

（图四十）是这件“血点玛瑙贝饰”的透光照，图中我们看到这件文物所用玛瑙矿料的透明度较高，甚至可以观察到矿料内部晶体和铁元素的分布状态。这块矿料的特殊之处是在鲜艳的黄色底上分布有氧化铁形成的红色斑点，这种玛瑙被称作“血点玛瑙”或“斑点玛瑙”。血红的斑点浓淡有致地分布于黄玛瑙底上，两种鲜艳色彩的碰撞使这件“血点玛瑙贝饰”呈现出鲜艳亮丽的诱人色彩。较高的透明度说明这块玛瑙矿料的质量上乘⁴⁵，轻微的受沁程度使我们肉眼几乎观察不到贝饰这一面的受沁现象。

⁴⁵ 张庆麟编：《珠宝玉石：识别辞典修订版》，第 251 页，上海科技技术出版社，2010 年。



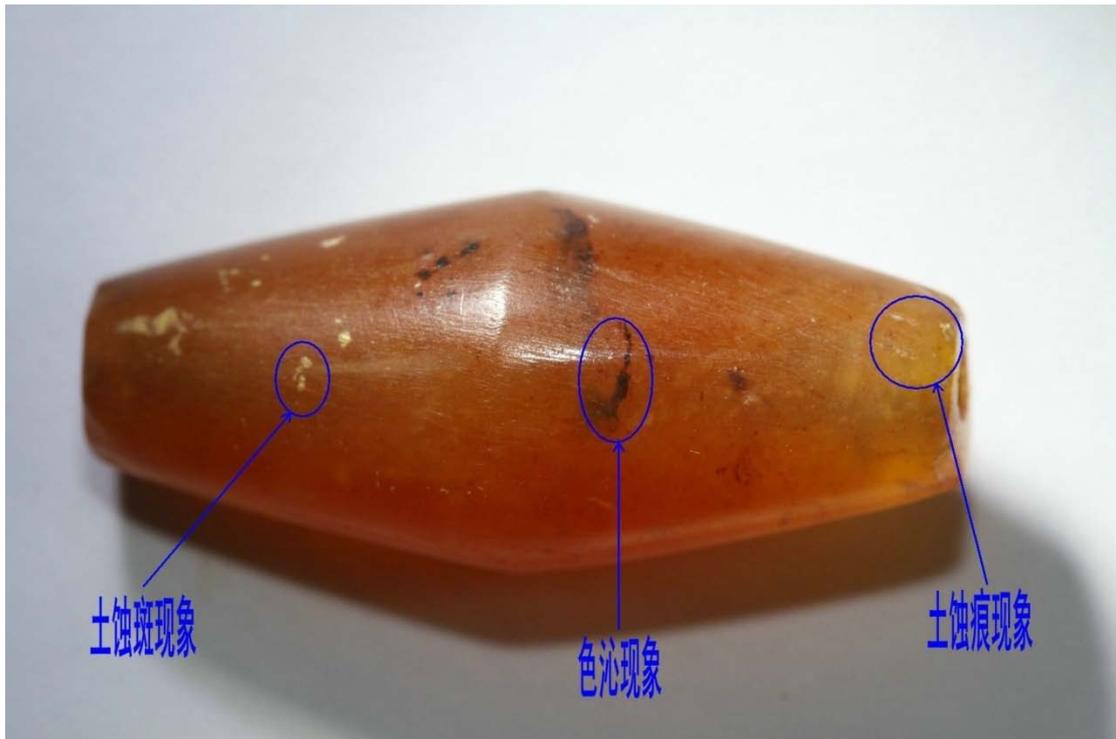
图四十一



图四十二

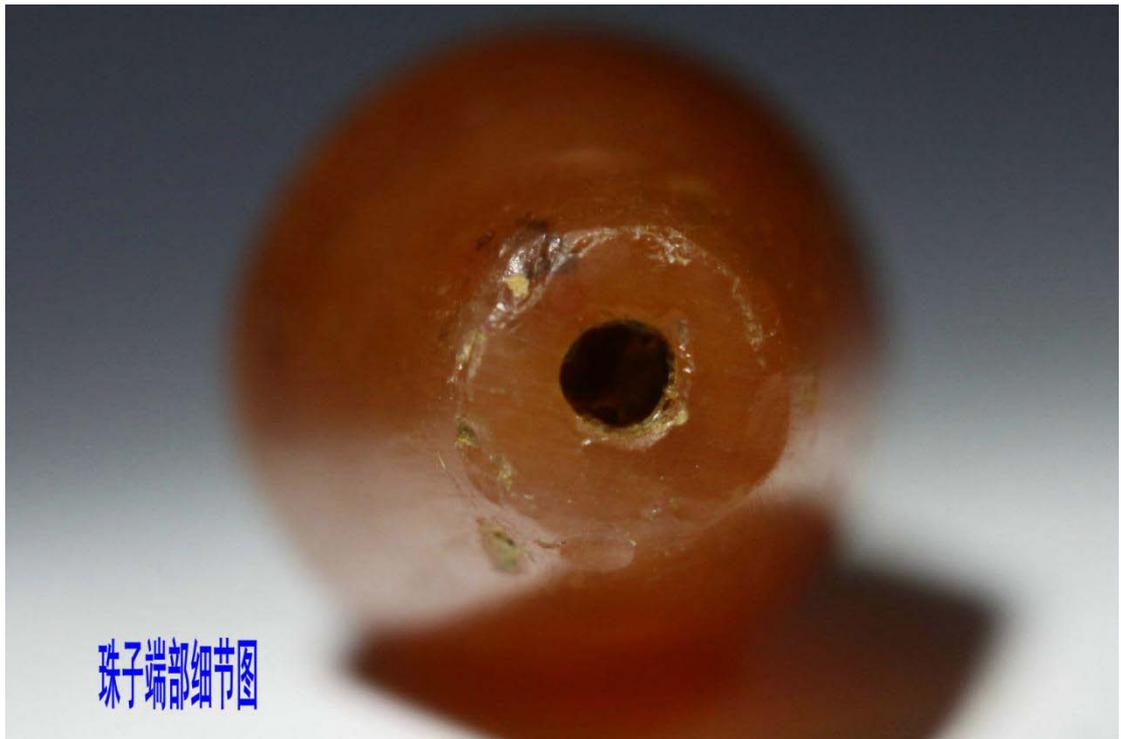
(图四十一)是“血点玛瑙贝饰”的背面照，这一面显然没有被精细打磨和抛光过，仍残留有些许截取矿料时留下的截割痕。在饰件此面被打磨得相对平滑细致处可以看到有“土蚀斑”和轻微的“白化”现象自然分布；而琢磨得相对粗糙的部位则呈现出表层晶体疏松和相对较为严重的“土蚀斑”现象，其表层还胶结有壤液成分。在其中一个孔口边缘，有表层晶体疏松、脱落现象。非常有趣的是：在饰件较薄一端的钻孔旁边，存留有使用管钻打孔的残痕，残痕中管钻芯的部位有润亮的包浆包裹，而由管钻壁钻出的下凹部位可以观察到胶结有较多的壤液成分。(图四十二)显示：这个管钻残痕的形状并非绝对规整的圆形，仔细观察管钻内径和外径琢磨过后的路径痕迹也不完全一致。故此我们推断：工匠当时使用的夹具并不是特别坚固，而管钻带动游离状解玉沙在这一位置经历了多次往返琢磨的过程。图中我们更为清楚地观察到这一部位明显的表层晶体疏松、脱落的现象，其上胶结附着有壤液成分。

(八) 枣核状红玛瑙珠



图四十三

(图四十三)中“枣核状红玛瑙珠”的编号为M5-S-85，出土于M5主棺刘充国遗骸的腰部位置。其最大径为8.68mm；孔距为19.81mm；孔径一端为0.99mm，另一端为1.07mm。



珠子端部细节图

图四十四



侧面观察“枣核状红玛瑙珠”的孔端

图四十五

(图四十四)中的圆形钻孔的形状同样并不十分规整，孔口有部分晶体崩落的痕迹，崩痕上有包浆覆盖，说明这些是打孔时崩落的老痕或在长期的埋藏过程中产生的晶体脱落现象。另外，这颗玛瑙珠这一截面的圆形外廓边沿也有部分晶体疏松和崩落的痕迹，其上有包浆和少许壤液成分附着，还可以看到有深红色的色沁现象，我们推断它们都是受沁的结果。其受沁机理在前文已有阐述，在此不赘。(图四十五)是从侧面观察这颗玛瑙珠的这一截面，可以看出这一截面的抛光并不是十分细致，而孔口深处胶结附着有深色的壤液成分。



图四十六



图四十七



图四十八

（图四十六）是透光观察这颗“枣核状红玛瑙珠”，可见其玛瑙矿体中包含有少量杂质。尽管如此，当明亮的光线透过这颗玛瑙珠时，整个珠体仍然呈现出隐晶质矿物特有的半宝石光感。（图四十七）是这一部位的色沁现象在25倍光学显微镜下的成像，可以看出这颗珠子

抛光前的打磨工序并不是特别细致，尽管后来被反复抛光，但其底子上仍残留有轻微的打磨工痕，之后又被富含SiO₂和Al₂O₃的包浆覆盖包裹，从而在特定角度下呈现出橘皮纹的光影效果。除此之外，珠子上还有明显的色沁现象和细微的土蚀痕现象。（图四十八）是色沁现象在70倍显微镜下的成像，我们可以清楚地观察到色沁的颜色有红有黑、有深有浅、由外入里，立体地分布于珠体之中。

（九） 红玛瑙带钩



图四十九

“红玛瑙带钩”出土于 M5 主棺刘充国遗骸头部左侧，文物编号为 M5-S-22。“红玛瑙带钩”长 77.88mm；宽 14.57mm；高 13.94mm。

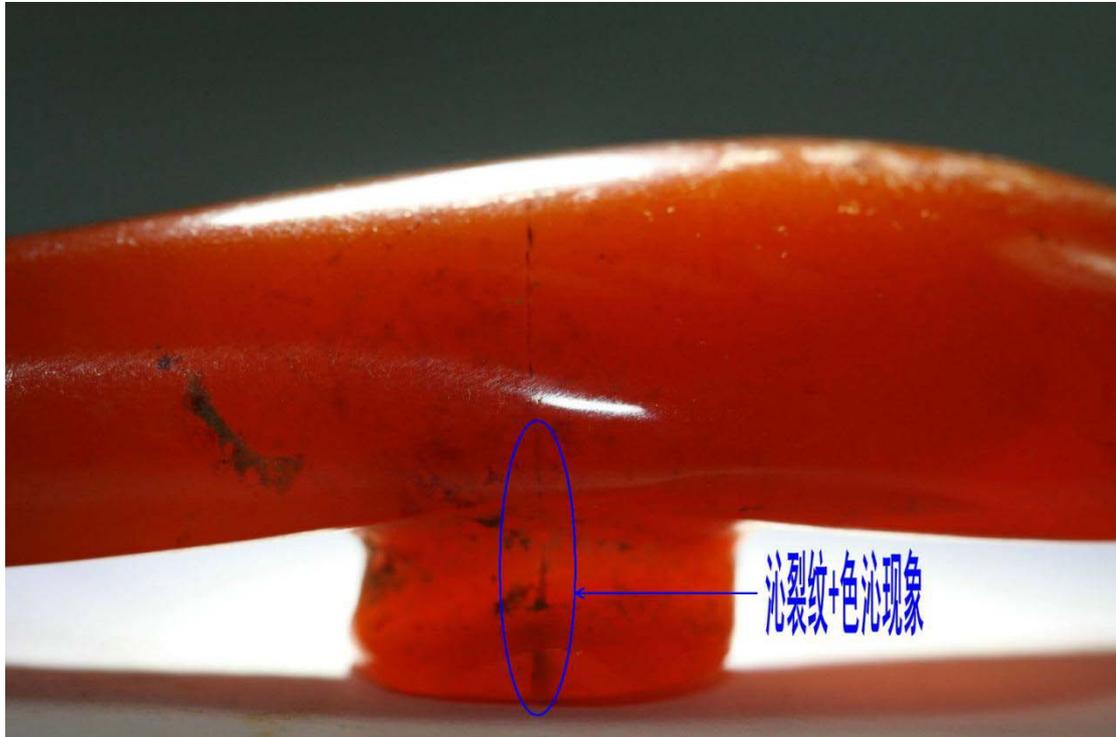


图五十

此件带钩由钩首、钩颈、钩体、钩纽组成⁴⁶。（图四十九）是“红玛瑙带钩”发掘出土时的照片。自然光下看，这支带钩通体呈鲜艳的橘红色，具有玻璃包浆。虽然没有被完全清洗干净，多处还附着有土壤成分，但仍然难掩其挺括莹亮的光泽。（图五十）是钩颈处的微距照片，图中可以看出制作带钩所用的矿料为质量上乘的天然红玉髓。当用强光透射时，由内而外散发出莹润的半宝石光泽。带钩制作精良，表面被打磨得非常细腻平滑，抛光也很精细。尽管如此，我们仔细观察时仍然能偶尔看到打磨抛光时留下的非常轻微的残痕。海昏侯墓土壤中富含Si、Al、Fe元素的胶体溶液堆积胶结在钩体表面形成了包浆，包浆覆盖包裹于平滑光亮的底子上就呈现出挺括润亮的玻璃光泽。仔

⁴⁶王仁湘：《带钩概论》，《考古学报》第268-269页，1985年第3期。

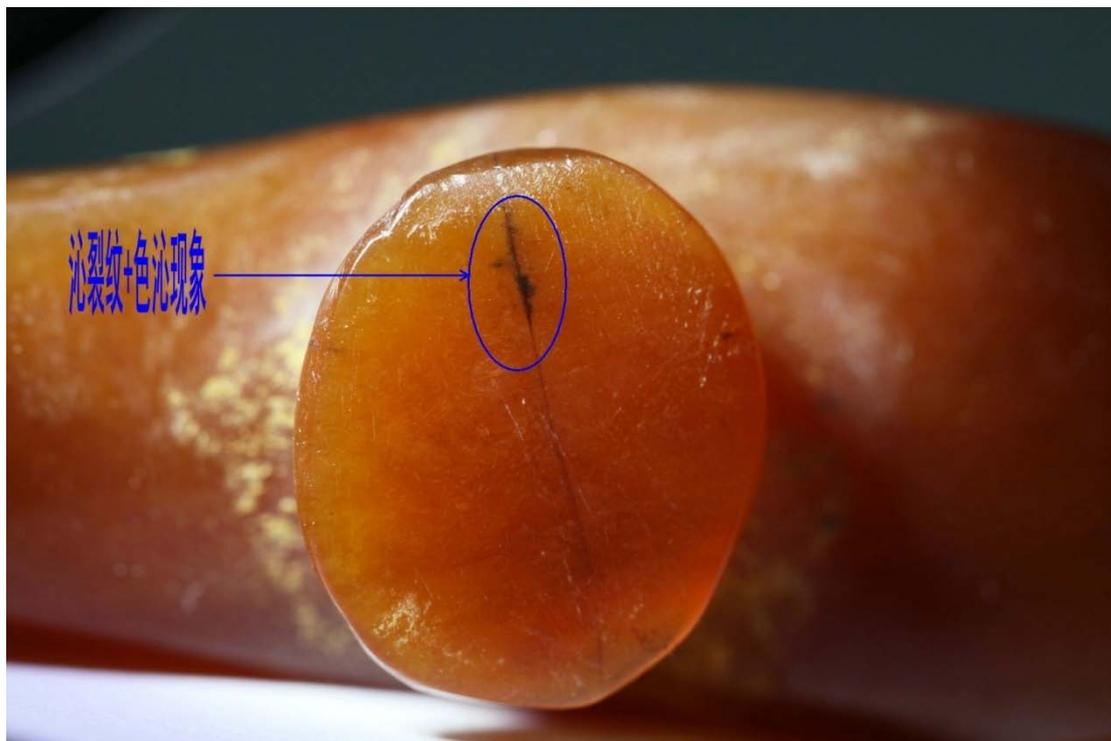
细观察，可以看到带钩体上有多处色沁现象和非常细微的土蚀痕现象。



图五十一

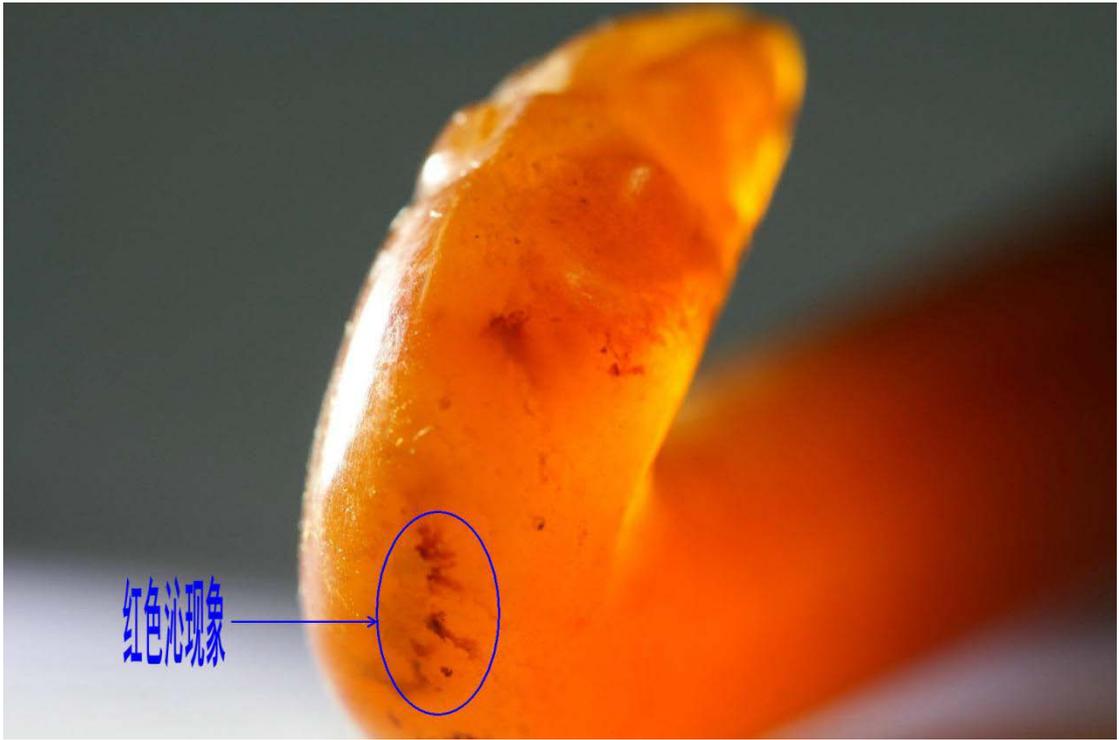


图五十二



图五十三

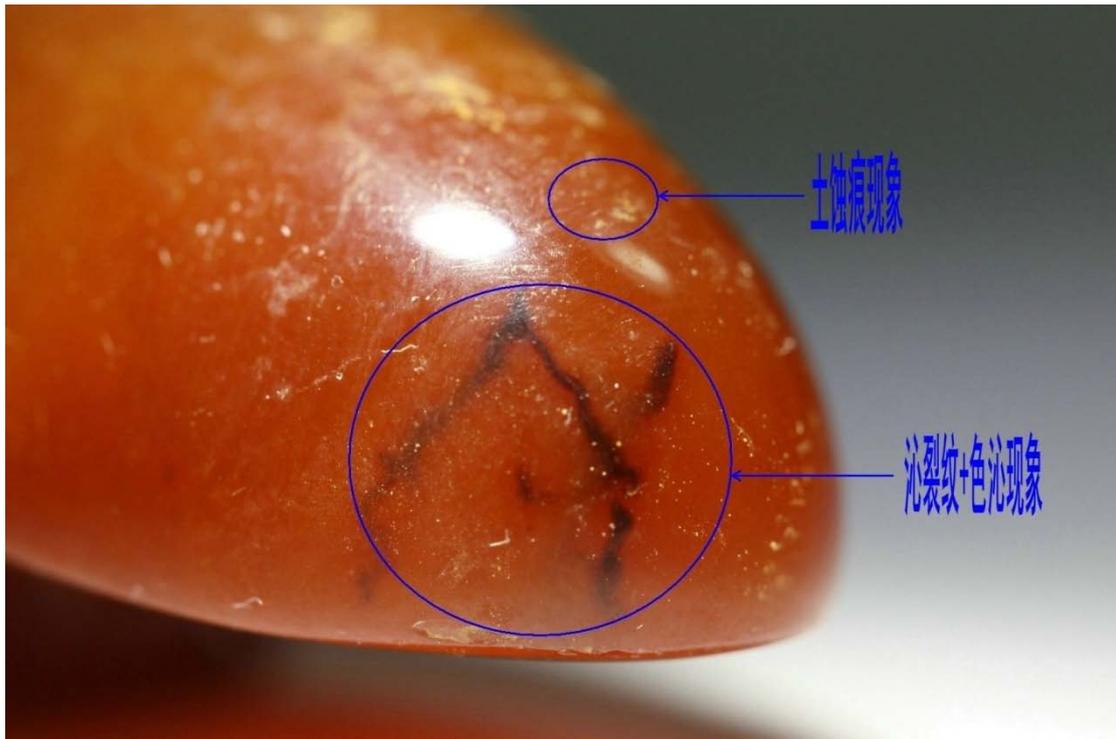
（图五十一）是从上方打光观察带钩，我们可以观察到带钩的色彩明显偏红。表面有少许壤液胶结附着，但整体具有润亮的光泽，有一条沁裂纹贯穿于钩纽、纽柱、钩体之上。沁裂纹中有轻微的色沁现象。（图五十二）使我们更清楚地观察到这一部位的半宝石光感，以及包浆现象和横贯于钩纽、纽柱、钩体之上的沁裂纹现象，带钩的部分表面还胶结有壤液成分。（图五十三）是钩纽表面的微距照片，这一部位也被称作钩面。从图片可以看出，钩面也被精细地打磨抛光，一条轻微的沁裂纹横穿钩面，沁裂纹较严重处有深色的色沁现象。



图五十四



图五十五



图五十六

（图五十四）是透光观察钩首、钩颈的照片，强光透射下的这一部位呈明亮的橘红色，散发出诱人的半宝石光感。有明显的红色沁现象分布于钩首、钩颈处，它们的色彩富有层次，由外入里，分布形态十分自然。（图五十五）是在室内光下正面观察钩首，可以看出古代工匠用砣具在钩首砣磨出动物的眼睛和喙部，眼睛及喙部的突出部分被打磨抛光得很润亮；但凹陷部位则呈相对晦暗的蜡状光泽，表明阴琢部分只经过了精细的打磨过程，并没有被精细地抛光，而工匠也是借助凸起面和凹陷面的光泽对比来强调动物眼睛和喙部的立体感。图中还可观察到动物喙部有深入肌理的色沁现象。（图五十六）是钩尾部位的微距图，其上有非常细微的沁裂纹现象，在沁裂纹的两边及附近分布着由外入里的色沁现象。另外，仔细观察还可以看到这一部位的钩体表面有土蚀斑现象和非常轻微土蚀痕现象，它们都是受沁后

钩体的表层晶体产生了不同程度的疏松和脱落的结果。

四、结语

海昏侯墓出土的这批玛瑙质珠子和饰件制作精美、形式多样，体现出当时工匠精湛的制作技艺和强大的社会生产力以及丰富多彩的物质文化生活原貌。

就这批珠、饰所用天然玛瑙矿料的种类而言也非常多：有缠丝玛瑙、红玉髓、黄玉髓、红玛瑙、血点玛瑙、三色玛瑙等，从而为我们研究汉代玛瑙珠及饰件的受沁现象提供了非常宝贵的资料。这些玛瑙珠、饰件在海昏侯墓的红壤土中历经两千多年的埋藏，受埋藏环境和矿料自身局部质量的影响发生了相应的次生变化，从而产生了丰富多样的受沁现象。借助微距镜头和光学显微镜的帮助，我们发现这些玛瑙珠、饰件上出现了包浆现象、沁裂纹现象、色沁现象、虹化现象、土蚀现象、橘皮纹现象、内风化现象、白化现象等一系列受沁现象。以上多种受沁现象常共存于同一件珠、饰之上，使玛瑙珠饰的受沁现象看上去纷繁复杂，但是我们只要深入了解了玛瑙的化学、物理性状，并结合海昏侯墓的埋藏环境和玛瑙的受沁机理等因素综合分析，就不难发现这些受沁现象之间有着直接或间接的因果关系：玛瑙作为隐晶质 SiO_2 集合体，风化过程中它所发生的风化作用主要是机械性地破坏 SiO_2 晶体间的链接作用，使玛瑙晶体间的结合力逐渐减小，从而导致其组织结构发生疏松、断裂。当这种风化结果出现在器物的表层时，呈现出沁裂纹、虹化、晶体疏松、白化、土蚀痕等受沁现象；当器物

内部SiO₂晶体间的链接作用受内应力和风化淋滤作用的双重影响而发生机械性破坏时，就会产生内风化等受沁现象；而包浆、橘皮纹、色沁等受沁现象则是风化淋滤和渗透胶结过程中，器物体内的晶间水和可溶性物质先流失，继而有壤液中的相关物质渗透胶结的结果。它们是这些玛瑙珠饰在两千多年的埋藏过程中受埋藏环境的影响必然发生的次生变化。

玛瑙因其坚硬的质地和绚丽的色彩备受人们青睐，早在原始宗教时期就被认为具有特殊的护佑效力⁴⁷。而我国先民对玛瑙珠饰的喜爱源于亚欧草原地区先民偏好璀璨亮丽的身体装饰⁴⁸，向西可以追溯到印度河流域和西亚地区⁴⁹，时间可以早至公元前2000年初。那时，以夏、商、周为代表的中国文明就已经通过西域的绿洲、草原地带与埃及、美索不达米亚为代表的西方文明有了间接沟通，而西域地区与中原王朝至迟在西周中期也已经开始直接交流。在这一漫长的交流过程中，玛瑙和金、玉等物品成为人们彰显财富和地位的威权物。而汉武帝派遣张骞出使西域，“凿空”了“丝绸之路”的史实，为中西方物质、文化的交流提供了更为有利的保障。换言之，海昏侯墓出土的

⁴⁷ James George Frazer, *The Golden Bough: A Study in Magic and Religion*. Seattle: Publishingonline, 2001, p.76.

⁴⁸ 黄翠梅：《文化·记忆·传记——新石器时代至西周时期玉璜及串饰》，载《第四届国际汉学会议论文集：东亚考古的新发现》，台北：中央研究院，2013年，第121~125页。

⁴⁹ Jessica Rawson, "In Search of Ancient Red Beads and Carved Jade in Modern China," *Cahiers d'Extrême - Asie*, Vol. 17, 2008, p.10~11; 黄翠梅：《流光溢彩·翠绕珠围——西周至春秋早期的梯形牌联珠串饰》，载陈光祖主编：《金玉交辉——商周考古、艺术与文化论文集》，台北：中央研究院历史语言研究所，第592~593页。

这批玛瑙珠及饰件正是东、西方文明上层社会进行物质、文化交流的力证。

附记：本文所用文物照片及显微镜成像均由常万里先生拍摄，谨致谢忱。

说明：本文刊于《文物天地》2019年第2期。