

试析玛瑙珠饰的受沁现象

——从吉尔赞喀勒墓群出土玛瑙珠的次生变化谈起

巫新华

2013~2014年,我们对新疆塔什库尔干县吉尔赞喀勒墓群进行了考古发掘,遗址所在的帕米尔高原塔什库尔干河谷区域不仅是亚欧大陆巨大地理区域的交界处,还是亚欧大陆各大文明区域的交汇点,是人类古代文化交流最重要的高原通道。¹相关研究表明墓群遗址年代距今2400~2600年,为广义的塞人²(斯基泰)文化,但是出现了明显的琐罗亚斯德教早期文化内涵。³M1、M2、M11、M23、M24发掘出土了22颗红玛瑙⁴珠。

一、简介公元前一千纪前后其他遗址出土的玛瑙珠饰

早在原始宗教时期,人们因为一般的石头具有重量和坚硬等共性而被认为具有一般的护佑效力,而那些具有特殊的形状或颜色的石头被认为具有特殊的护佑效力。⁵自古以来,玛瑙珠因其绚丽的色彩和莹亮的半宝石光泽备受人们的青睐。考古学者分别在属于崧泽文化晚期、齐家文化、夏家店下层文化、四坝文化等古代文化遗址中发掘出土了玛瑙珠饰。我们大致梳理了公元前一千纪前后我国考古发掘出土玛瑙珠饰的遗址资料,计有:殷墟妇好墓;⁶北京房山琉璃河燕侯墓地;

¹ 巫新华:《新疆的丝路地位与文化底蕴》,《遗产与保护研究》,试刊号,2015年12月,第95~105页。

² 塞种人、斯基泰人以及其后的大月氏人,同为公元前8~3世纪广泛活动在蒙古高原西部、河西走廊,以及包括新疆在内的广大中亚和南俄草原地带上的印欧语系东伊朗语族之游牧民族。斯基泰人(Scythians,希腊语Σκυθαι)。又译“西古提”人(Scutai)、西徐亚人或赛西亚人;古代波斯人称之为Saka(塞克人),分为戴尖帽塞人、饮豪麻汁塞人、海那边的塞人;古代亚述人称之为Ashkuzai,古波斯和古印度人称之为Saka,古希腊人称之为Skuthoi或Sacaе,中国《史记》、《汉书》中称之为“塞”或“塞种”、尖帽塞人或萨迦人。

³ 中国社会科学院考古研究所新疆工作队:《新疆塔什库尔干吉尔赞喀勒墓地发掘报告》,《考古学报》2015年第2期。这个考古发掘项目共进行了三年,2015年第2期《考古学报》所发仅是2013年第一次10座墓葬的发掘简报,2014年发掘19座墓葬的简报与2015年周边区域田野考古调查简报待刊。

⁴ 红玛瑙是具有明显条纹的红玉髓。红玉髓是一种血红色或红橙色的半透明玉髓,有时称为“cornelian”(光玉髓)。它的颜色来源于铁氧化物,铁氧化物可以对它同一着色和添加条文。条纹明显的被称为红玉髓玛瑙。见[英]Ronald Louis Bonewitz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227~231页,电子工业出版社,2013年。笔者认为吉尔赞喀勒墓群出土的此类珠子的个别珠体上隐含着非常细微的纹带结构,故统一称作“红玛瑙”珠,更为简明和便于行文。

⁵ James George Frazer, *The Golden Bough: A Study in Magic and Religion*. Seattle: Publishingonline, 2001, p.76.

⁶ 中国社会科学院考古研究所:《殷墟妇好墓》,彩版三六:2,文物出版社,1980年。

⁷陕西宝鸡纸坊头西周早期墓；⁸陕西扶风北吕西周墓；⁹陕西扶风刘家东壕西周丰姬墓；¹⁰陕西扶风黄堆乡强家1号墓；¹¹陕西长安沔西张家坡西周墓地；¹²陕西韩城春秋早期芮国夫人墓；¹³绛县横水棚伯墓地；¹⁴翼城大河口霸国墓地；¹⁵山西曲沃晋侯墓地；¹⁶北赵晋侯墓地；¹⁷羊舌晋侯墓地；¹⁸河南三门峡市虢国墓；¹⁹河南平顶山北澙村应国墓地；²⁰河南淅川下寺春秋楚墓；²¹湖北随州叶家山西周墓；²²江

⁷ 北京市文物研究所：《琉璃河西周燕国墓地（1973~1977）》，第34~36、236~239页，文物出版社，1995年；古方主编：《中国出土玉器全集1·北京天津河北》，图6，科学出版社，2005年。

⁸ 宝鸡市考古研究所：《陕西宝鸡纸坊头西周早期墓葬清理简报》，第31页，图一三，《文物》2007年第8期。

⁹ 宝鸡市周原博物馆罗西章：《北吕周人墓地》，图版五九：3，西北大学出版社，1995年。

¹⁰ 周原博物馆：《周原玉器萃编》，第87页，世界图书出版公司，2008年。

¹¹ 周原扶风文管所：《陕西扶风强家一号西周墓》，图4，《文博》1987年第4期。

¹² 中国社会科学院考古研究所：《张家坡西周玉器》彩版353，文物出版社，2007年；中国社会科学院考古研究所：《张家坡西周墓地》，第262、263页，中国大百科全书出版社，1999年。

¹³ 陕西省考古研究院、渭南市文物保护考古研究所、韩城市景区管理委员会：《梁带村芮国墓地——2007年度发掘报告》，M17：23，图版一六一：6，M51：14，图版一八五：2，文物出版社，2010年；陕西省考古研究院等：《陕西韩城梁带村遗址M27发掘简报》，《考古与文物》，2007年第6期；陕西省考古研究院等：《陕西韩城梁带村遗址M26发掘简报》，《文物》，2008年第1期。

¹⁴ 山西省考古研究所、运城市文物工作站、绛县文化局：《山西绛县横水西周墓发掘简报》，《文物》2006年第8期。

¹⁵ 谢尧亭等：《山西翼城大河口西周霸国墓地》，《2010年中国重要考古发现》，文物出版社，2011年；谢尧亭：《发现霸国——讲述大河口墓地考古发掘的故事》，山西人民出版社，2012年。

¹⁶ 北京大学考古学希商周组、山西省考古研究所：《天马一曲村（1980~1989）》第2册，第395~404、411~429、478~482页，科学出版社，2000年。

¹⁷ 北京大学考古文博学院、山西省考古研究所：《天马一曲村遗址北赵晋侯墓地第二次发掘》，《文物》1994年第1期；北京大学考古文博学院、山西省考古研究所：《天马一曲村遗址北赵晋侯墓地第三次发掘》，《文物》1994年第8期；北京大学考古文博学院、山西省考古研究所：《天马一曲村遗址北赵晋侯墓地第五次发掘》，《文物》1995年第7期；北京大学考古文博学院、山西省考古研究所：《天马一曲村遗址北赵晋侯墓地第六次发掘》，《文物》2001年第8期；上海博物馆：《晋国奇珍——山西晋侯墓群出土文物精品》，上海人民美术出版社，2002年。

¹⁸ 山西省考古研究所、曲沃县文物局：《山西曲沃羊舌晋侯墓地发掘简报》，《文物》2009年第1期。

¹⁹ 河南省文物考古研究所、三门峡文物工作队：《三门峡虢国墓》（第一卷），彩版二，彩版一四：2、6，彩版一六：1，彩版一七，彩版一八，彩版二九：3、5，彩版三八：4、5、6，彩版四〇：3，彩版四五：2，文物出版社，1999年。

²⁰ 河南省文物考古研究所、平顶山市文物局：《平顶山应国墓地十号墓发掘简报》，《中原文物》2007年第4期；河南省文物考古研究所等：《平顶山应国墓地》卷I，彩版14，大象出版社，2012年。

苏苏州真山吴王墓；²³江苏邢江姚庄101号西汉墓；²⁴浙江绍兴306号战国早期墓；²⁵浙江东阳前山D2M1越墓；²⁶山东济阳刘台子逢国夫人墓；²⁷山东日照海曲西汉墓；²⁸甘肃崇信余家湾墓地；²⁹甘肃张家川马家塬战国墓；³⁰新疆伊吾县托背梁墓地；³¹新疆木垒县东城乡鸡心梁古墓；³²内蒙古桃红巴拉匈奴墓；³³内蒙古准格尔旗西沟畔匈奴墓；³⁴吉林榆树县老河深鲜卑墓；³⁵四川茂县战国石棺墓；³⁶四川西昌大石

²¹ 河南省文物研究所、河南省丹江库区考古发掘队、淅川县博物馆：《淅川下寺春秋楚墓》，图版一五：3，图版四〇：3、4，图版七二：1，图版八九：2，文物出版社，1991年。

²² 湖北省文物考古研究所、随州市博物馆：《湖北随州叶家山西周墓地发掘简报》，《文物》2011年第1期；湖北省文物考古研究所、随州市博物馆：《湖北随州市叶家山西周墓地》，《考古》2012年第7期

²³ 苏州博物馆：《江苏苏州浒墅关真山大墓的发掘》，《文物》1996年第2期；苏州博物馆：《真山东周墓地——吴楚贵族墓地的发掘与研究》，图二三，图二五，图九四，文物出版社，1999年。

²⁴ 扬州博物馆：《江苏邢江姚庄101号西汉墓》，《文物》1988年第2期。

²⁵ 浙江省文物管理委员会等：《绍兴306号战国墓发掘简报》，第二十页，图版伍：5，图版伍：7，《文物》1984年第1期。

²⁶ 浙江省文物考古研究所：《浙江越墓》，第25~30页，科学出版社，2009年。

²⁷ 山东省文物考古研究所：《山东济阳刘台子西周六号墓清理报告》，《文物》1996年第12期；山东省文物考古研究所等：《山东济阳刘台子玉器研究》，台北众志美术出版社，2010年。

²⁸ 山东省文物考古研究所：《山东日照海曲西汉墓M106》，《文物》2010年第1期。

²⁹ 甘肃省文物考古研究所：《崇信余家湾周墓》，彩版一一：4，文物出版社，2009年。

³⁰ 甘肃省文物考古研究所、张家川回族自治县博物馆：《2006年度甘肃张家川回族自治县马家塬战国墓地发掘简报》，第25页，图六一，《文物》2008年第8期。

³¹ 西北大学文化遗产保护与考古学研究中心、新疆文物考古研究所、哈密地区文物局：《2009年新疆伊吾县托背梁墓地发掘简报》，图二三，图二五，《考古与文物》2014年第4期。

³² 新疆昌吉回族自治州文物局：《丝绸之路天山廊道——新疆昌吉古代遗址与馆藏文物精品》，第298页，图322，《文物出版社》，2014年。

³³ 内蒙古自治区文物工作队：《桃红巴拉的匈奴墓》，图版肆，《考古学报》1976年第7期。

³⁴ 伊克昭盟文物工作站、内蒙古文物工作队：《西沟畔匈奴墓》，《文物》1980年第7期。

³⁵ 吉林省文物工作队、长春市文管会、榆树县博物馆：《吉林榆树县老河深鲜卑墓群部分墓葬发掘简报》，《文物》1985年第2期。

³⁶ 茂县羌族博物馆、阿坝藏族羌族自治州文物管理所：《四川茂县牟托一号石棺葬及陪葬坑清理简报》，《文物》1984年第3期。

墓；³⁷云南晋宁石寨山滇王墓；³⁸云南江川李家山古墓群；³⁹广西合浦汉墓群；⁴⁰湖南长沙咸家湖西汉墓；⁴¹河北战国中山国王族墓；⁴²河北满城汉墓；⁴³广东广州龙生冈东汉墓；⁴⁴西藏阿里曲踏墓地，⁴⁵等等。其中，陕西扶风黄堆乡强家1号墓、河南三门峡市虢国墓、山西曲沃晋侯墓出土的玛瑙珠呈圆型、扁圆型、腰鼓型、管珠型，有殷红色、橘黄色、黄色、浅绿色、紫色，它们与其他材质的珠子搭配，用来串连大型组玉配。大型组玉佩从西周肇始，经春秋战国传承至西汉，是贵族身份和地位的象征。除此之外，江苏苏州真山吴王墓、四川茂县战国石棺墓、云南江川李家山古墓群等出土的珠襦中也有大量玛瑙珠。另外，陕西韩城春秋早期芮国夫人墓的椁室侧板和挡板上也悬挂了大量串饰，其中玛瑙珠就多达3001颗。甘肃张家川马家塬战国墓中，仅3号墓就出土了800多颗玛瑙珠。关于新疆和甘青地区先民喜爱佩戴红玛瑙珠的装饰风尚，向西可以追溯到印度河流域和西亚地区，⁴⁶其根源与亚欧草原地区先民偏好璀璨亮丽的身体装饰有关。⁴⁷相关研究表明，用

³⁷ 四川省金沙江渡口西昌段及安宁河流域联合调查队：《西昌坝河堡子大石墓发掘简报》，《考古》1976年第5期。

³⁸ 云南省博物馆考古发掘组：《云南晋宁石寨山古遗址及墓葬》，图版柒：8、9，《考古学报》1956年第1期；云南省博物馆：《云南晋宁石寨山古墓群发掘报告》，第124页，图版壹壹伍，文物出版社，1959年；云南省博物馆：《云南晋宁石寨山第三次发掘简报》，《考古》1959年第9期。

³⁹ 云南省博物馆：《云南江川李家山发掘简报》，图五，《文物》1972年第8期；云南省博物馆：《云南江川李家山发掘报告》41页，图版贰叁：2，贰肆：5，《考古学报》1975年第2期；云南省文物考古研究所、玉溪市文物管理所、江川县文化局：《云南江川县李家山古墓群第二次发掘》，图版壹：2，《考古》2001年第2期。

⁴⁰ 广西壮族自治区文物考古写作小组：《广西合浦西汉木槨墓》，《考古》1972年第5期；广西壮族自治区文物工作队：《广西合浦县堂排汉墓发掘简报》，《文物资料丛刊》4，1981年；广西壮族自治区博物馆、合浦县博物馆：《广西合浦县凸鬼岭清理两座汉墓》，《考古》1986年第6期；广西文物工作队等：《广西合浦县母猪岭东汉墓》，《考古》1998年第5期；广西壮族自治区文物管理委员会：《广西文物珍品》图集，广西美术出版社2002年；广西壮族自治区文物工作队、合浦县博物馆：《合浦风门岭汉墓》，《科学出版社》，2006年；广西文物考古研究所等：《广西合浦寮尾东汉三国墓发掘报告》，《考古学报》2012年第4期。

⁴¹ 长沙市文化局文物组：《长沙咸家湖西汉曹孀墓》，第4页，图三〇，《文物》1979年第3期。

⁴² 河北省文物研究所：《战国中山国灵寿城——1975~1993年考古发掘报告》，文物出版社，第228页，彩版四四，2005年。

⁴³ 中国社会科学院考古研究所等：《满城汉墓发掘报告》，第143、295~296页，文物出版社，1980年。

⁴⁴ 广州市文物管理委员会：《广州龙生冈43号东汉木槨墓》，《考古学报》1957年第1期。

⁴⁵ 中国社会科学院考古研究所等：《西藏阿里地区故如甲木墓群和曲踏墓群》，图五四，《考古》2015年第7期。

⁴⁶ Jessica Rawson, "In Search of Ancient Red Beads and Carved Jade in Modern China," *Cabiers Extrême* -

金和玉（玛瑙为广义的玉石）制成的威权物巩固了人类历史进程中形成的社会组织高级形式——国家，而通过远距离交流得到的物品成为社会上层获得和维持权利以及领导策略（leadership strategy）的方式之一。⁴⁸根据考古资料和相关古籍的记载，以夏、商、周为代表的中国文明大约在公元前2000年初就已经通过新疆等草原地带与埃及、美索不达米亚为代表的西方文明有了间接文化沟通，而西域地区与中原王朝至迟在西周中期也已经开始了直接交流。换言之，前文梳理的出土玛瑙珠饰正是东、西方文明上层社会进行文化物质交流的力证。

说到古人对玛瑙的尊奉和喜爱，离不开玛瑙缤纷绚丽的色彩和莹亮的半宝石光泽，它们是由玛瑙矿物的化学物理特性决定的。以下，简要说明一下玛瑙的基本化学物理特性。

二、玛瑙的基本化学、物理特性

玛瑙是隐晶石英的一种致密微晶体，由细微纤维体组成，化学组成为SiO₂。⁴⁹纯净的玉髓为无色微透明~半透明，矿体中还含有少量Ca、Mg、Fe、Mn、Ni等元素，当含有不同的杂质元素时呈现不同的颜色。玛瑙晶体的堆集状态致使玛瑙有很多微孔隙。⁵⁰上述综合因素导致玛瑙具有与非晶体的玻璃、塑料等不同的内反射。⁵¹

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》，第592~593页，中研院史语所。

⁴⁷ 黄翠梅：《文化·记忆·传记——新石器时代至西周时期玉璜及串饰》，《第四届国际汉学会议论文集（东亚考古的新发现）》，第121~125页，中研院，2013年。

⁴⁸ 易华：《金玉之路与欧亚世界体系之形成》，《社会科学战线》2016年第4期。

⁴⁹ 黄作良主编：《宝石学》，第239页，天津大学出版社，2010年。

⁵⁰ 黄作良主编：《宝石学》，第239~240页，天津大学出版社，2010年；单秉锐等：《玛瑙染黄色工艺研究》，《珠宝科技》2003年第4期。

⁵¹ 内反射（internal reflection）：光线照射到透明或半透明物体上时，一部分透入物体内的解理面、裂隙、空洞等再反射出来的现象。在宝石学中，常称这种反射光为“光辉”。见张庆麟编：《珠宝玉石：识别辞典修订版》，第46页，上海科技技术出版社，2010年。

玛瑙的颜色⁵²、透明度⁵³和光泽受环境中光源、观察时相对位置的改变而发生变化，如（图一、图二）中的红玛瑙珠在不同光源下呈现出不同状态：图一中这颗珠子在自然光下呈现微透明的红色；图二是我们从左上方用强光照射时拍摄的照片，这颗玛瑙珠呈现出隐晶质半透明的橘红色，且离光源越近的部位透明度越高颜色也越浅。



图一 吉尔赞喀勒墓群出土

⁵² 颜色 (color):颜色是珠宝玉石最重要的品质之一。物质的颜色源自对可见光中不同波长的光波的选择性吸收和反射，如全部吸收即成黑色，大部分吸收，反射红光，则呈红色等。另外，在评价宝石的颜色时，常可从色彩、明度、和饱和度这三个因素入手。见张庆麟编：《珠宝玉石：识别辞典修订版》，第 49 页，上海科技技术出版社，2010 年。

⁵³ 透明度 (transparency)：物体容许可见光透过的程度。在矿物学中，一般以 1cm 厚的矿物在普通日光下的透明度为准，并将其分为三级。但在宝石学中，由于透明度的重要性，人们则将其分为透明、亚透明、半透明、微透明、不透明五级。透明度受透射光强度的影响。一般在正常情况下不透明的矿物，在强光下却是透明的。透明度是宝石十分重要的品质，一般透明度愈高，也愈能充分反映宝石闪烁的光泽。见张庆麟编：《珠宝玉石：识别辞典修订版》，第 43 页，上海科技技术出版社，2010 年。



图二 吉尔赞喀勒墓群出土

三、吉尔赞喀勒墓群及其他墓葬出土玛瑙珠的状态

(图三)是吉尔赞喀勒墓群M11出土的红玛瑙珠在未清洗前的状态，珠体表面可见少许附着的土壤成分，一些珠子上还有肉眼可见的蚀像，⁵⁴也即受沁现象。在观察这批红玛瑙珠之前，我们将它们放入盛有温水的木碗中进行了清洗。片刻后，部分红玛瑙珠的表面分布了些许细小气泡，说明这些埋藏了2500年之久的红玛瑙珠具有一定的吸水性。随着木碗的移动，细微气泡悄然消失。浸泡了约20分钟左右，我们从水中取出红玛瑙珠，放在吸水性较强的纸上，稍待晾干后以备观察。

⁵⁴ 蚀像(etch figure): 晶体在长成后因受到溶蚀而在晶面上形成的一些具有规则形状的纹痕或凹痕，称蚀像。蚀像的具体形态和方位均受晶体内部结构特征的控制，故不同矿物常有不同特征的蚀像。因此，对蚀像的观测有助于确定矿物的属种。在宝石学领域中，有助于识别宝石原料的真伪；在出土古玉的鉴别中，有否蚀像常可作为是否为出土古玉的重要依据，出土古玉蚀像的形成与古玉本身的质地（内部结构、物性、隐性绺裂）有关。见张庆麟编：《珠宝玉石：识别辞典修订版》，第 35、538 页，上海科技技术出版社。



图三 吉尔赞喀勒墓群出土的玛瑙珠（未清洗前的状态）

这批出土的玛瑙珠在土壤中埋藏了2500年之久，每一颗珠子受埋藏环境的影响都发生了相应的次生变化。埋藏环境中的通气性(含氧量)、湿度、温度、PH 值、电阻率、可溶性盐类等因素决定了土壤对它们的腐蚀程度。玛瑙是多孔隙结构的矿物，当这批红玛瑙珠埋藏入土之后，由于棕漠土具有非常良好的通气性而不能做到断绝氧气，再加上台地土壤的含水量随着地下水活动和降雨等因素而发生不断的变化，土壤中的水份携带可溶性物质在红玛瑙珠的内部不断地渗透、溶解、蒸发、结晶，这样就使得这些红玛瑙珠因风化作用发生了纷繁复杂的次生变化，从而产生了各种各样的受沁现象。

我们在尝试解析这批玛瑙珠的受沁机理时借助了专业学者对高古玉器次生变化的研究成果。闻广先生认为：高古玉受沁程度的深浅取决于矿物显微结构的堆集密度和质量的优劣。⁵⁵另外，他还通过对高古玉器的受沁部分和未沁部分的平行取样的检测研究，发现古玉受沁后的部分相较于未受沁的部分而言，出现了玉质疏松、硬度下降、透明度下降、颜色变白等一系列变化，⁵⁶同时古玉的吸水

⁵⁵ 闻广：《苏南新石器时代玉器的考古地质学》，《文物》1986年第10期。

⁵⁶ 闻广、荆志淳：《沔县西周玉器地质考古学研究——中国古玉地质考古学研究之三》，《考古》1993年第1

性也相应增强。

就受沁的微观动态而言,出土高古玉的整体性状是在长期的埋藏过程中“失”和“得”两个过程中相互作用形成的,经历了风化淋滤和渗透胶结两个阶段。“失”的过程即指微观环境下处于风化淋滤阶段的古玉器中的可溶性物质溶解后经扩散、渗流而被带出的过程;经历过风化淋滤的高古玉内外结构中有很多微孔隙,这些微孔隙的存在向土壤中含有Al、Si和Fe元素的胶体溶液提供了渗入的空间与通道,土壤中的部分物质在土壤水的带动下逐步渗入经历了风化淋滤阶段后古玉的大量微孔隙当中,这是一个“得”的过程,即指周围土壤中的胶体物质不断向古玉内部渗透并胶结的过程。⁵⁷受沁高古玉的物理性质在埋藏过程中发生了很大变化:其内部由于经历风化淋滤作用而使晶体间的结构水和可溶性物质析出、晶间间隙变多,从而导致古玉内部结构变得疏松;但高古玉表层因为在胶结的过程中存在一些未被胶结的晶间孔隙,故整个外层的硬度虽然略高于内里部分,但仍然较低。因此,高古玉器普遍存在着“外实内松”的现象。⁵⁸换言之,受沁的高古玉器的质量由内而外都发生了变化,受沁的玛瑙珠饰亦是如此。以下,我们分别遴选出吉尔赞喀勒墓群及前文梳理过其他遗址出土的玛瑙珠饰,逐一解析它们的受沁现象和受沁机理。

(一) 第一件玛瑙珠饰

(图四)中这颗橘红色多棱枣核状玛瑙珠出土于吉尔赞喀勒墓群M2。这颗玛瑙珠长2.11cm,中间最大直径为1.03cm,两头钻孔直径分别为1.94cm和1.51cm。由于墓地所在台地的棕漠土具有多孔透气和高碱性特征,并富含Fe、Si、Al等金属元素,这样的埋藏环境使得埋藏于其中的玛瑙珠发生了相应的次生变化。首先,我们看到这颗玛瑙珠的整个珠体都包裹着一层莹亮的包浆,干福

期。

⁵⁷ 冯敏等:《对“鸡骨白”古玉受沁情况的研究》,《文物保护与科技考古》第104页,“中国第八届科技考古学术讨论会暨全国第九届考古与文物保护化学学术研讨会”论文,中国化学会,西安,2006年10月1日。

⁵⁸ 冯敏等:《凌家滩古玉受沁分析》,《文物保护与考古科学》2005年2月第17卷第1期。

熹先生在西周早期的玉石珠和玉石管上也观察到了这种现象，经研究后认为这种“包浆”现象是由于玉珠（管）长期埋藏于地下受沁，表面形成了非晶化（玻璃化），因此产生了类似玻璃的光泽，而玉珠（管）内部与外表面的材料的化学成分变化却非常微小。⁵⁹这颗玛瑙珠的晶体结构并非特别致密，抛光程度也不是非常精细，它在埋藏的 2500 年过程中，壤液胶体所含 Si、Al 等金属元素成分有足够的时间在渗透胶结过程中胶结于珠体表层，从而形成了我们在图四中看到的莹亮包浆。

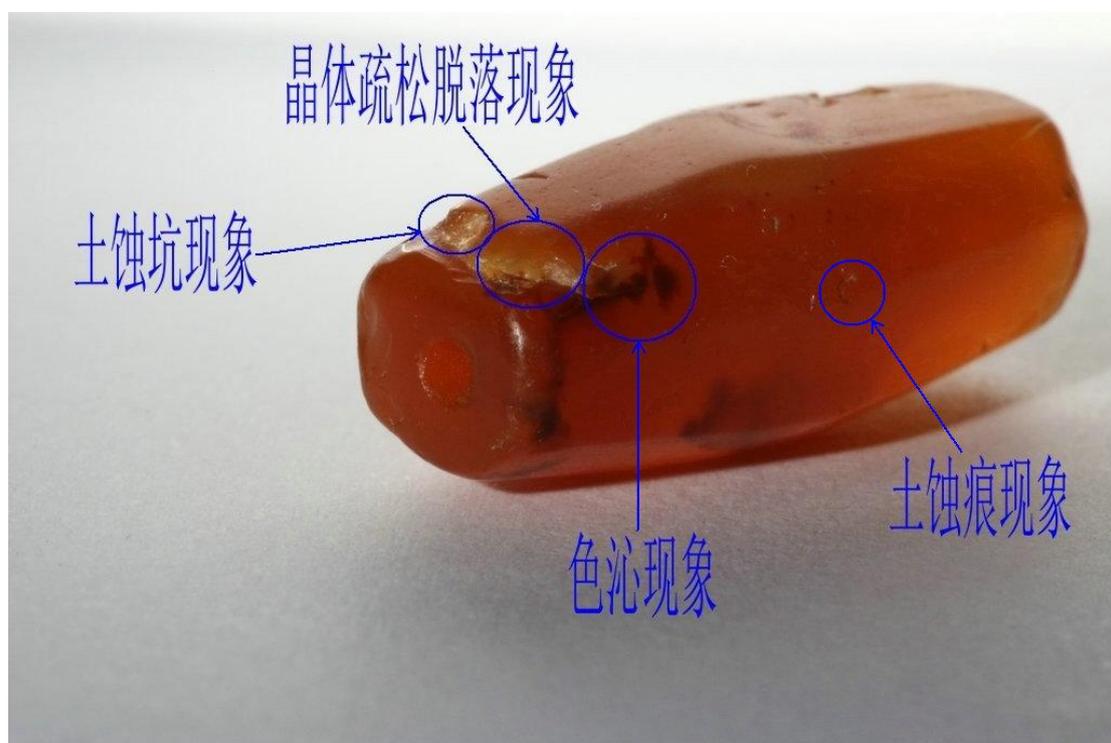


图四 吉尔赞喀勒墓群出土

（图五）中我们看到：珠体上有受沁导致的明显的晶体疏松直至部分脱落的现象，其中夹杂着铁元素入沁而致的红色沁现象。前文已述，玛瑙珠体的质量关系着玛瑙珠的受沁程度，一颗玛瑙珠的质量主要取决于显微结构，即二氧化硅晶体纤维束的粗细及其所含杂质矿物的多少，其与玛瑙珠的密度、透明度、光泽和韧性密切相关。从某种意义上说，玛瑙发生风化作用的主要特征是机械性地破坏二氧化硅晶体间的链接作用，但却不改变其化学成分，最终的结果是使完整的玛

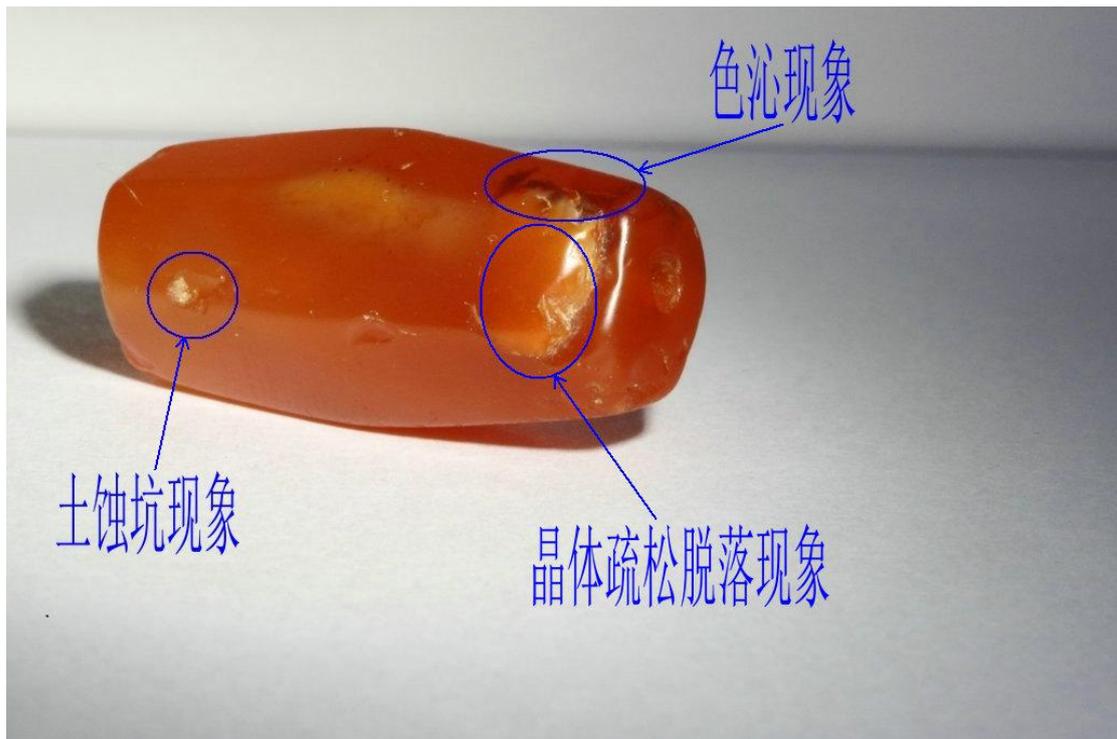
⁵⁹ 干福熹：《中国古代玉器和玉石科技考古研究的几点看法》，《文物保护与考古科学》，2008 年 12 月，第 20 卷增刊，第 23 页。

瑙块体变成碎屑，即沙子。在玛瑙珠埋藏入土后长时间的不断风化过程中，风化淋滤作用使晶体间的连结力降低、结构变疏松，最终导致部分晶体脱落，当这种风化现象只轻微地发生在玛瑙珠表面时，就会有“土蚀痕”和“土蚀斑”现象。当晶体脱落现象导致晶体较大面积地从珠体上脱落，就形成了“土蚀坑”现象。图五中我们看到了土蚀坑现象和正在变得疏松的珠体部位，其表层都有一层若隐若现的包浆。我们知道吉尔赞喀勒墓群的棕漠土中富含铁元素，这些铁元素在渗透胶结的风化过程中逐渐渗透进入相对较为疏松的晶间孔隙中，从而形成了我们在图中看到的铁元素入沁现象。



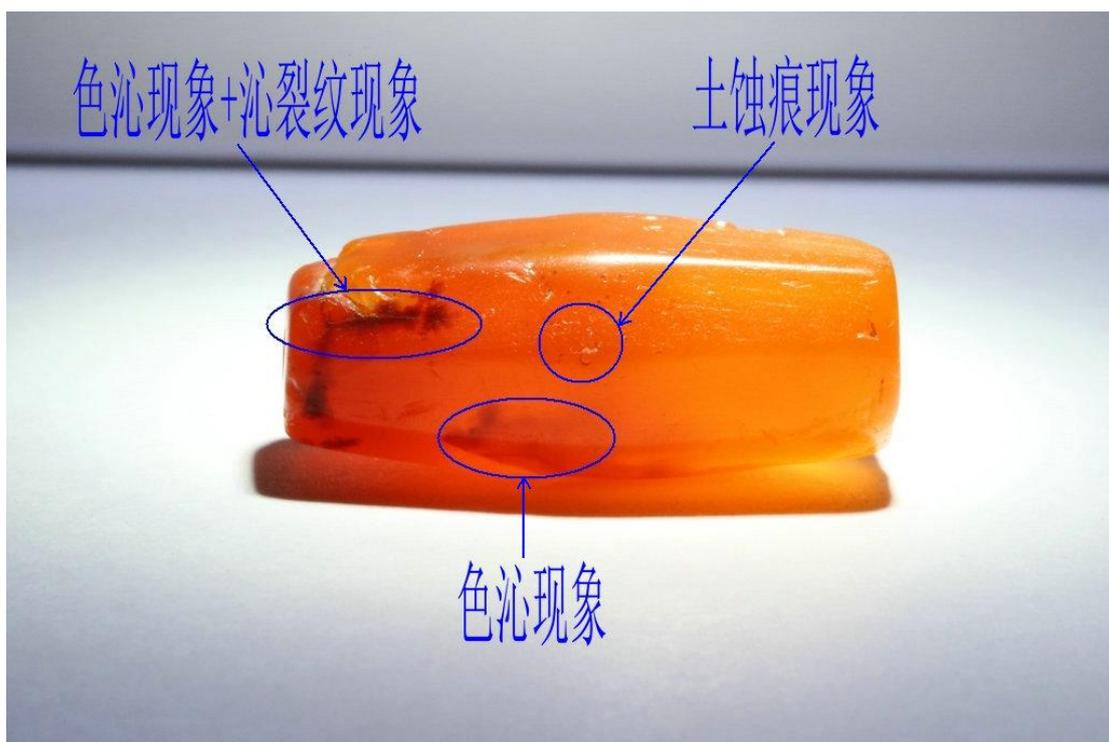
图五 吉尔赞喀勒墓群出土

(图六) 从另一个角度观察：受沁导致玛瑙珠体变疏松，从而产生较多的内反射界面，当强光在不同晶粒间传播时，晶体间的折射作用和散射作用发生改变，致使这一部位的透光性与其他部位明显不同。珠体另两处还有土蚀坑现象以及色沁现象。



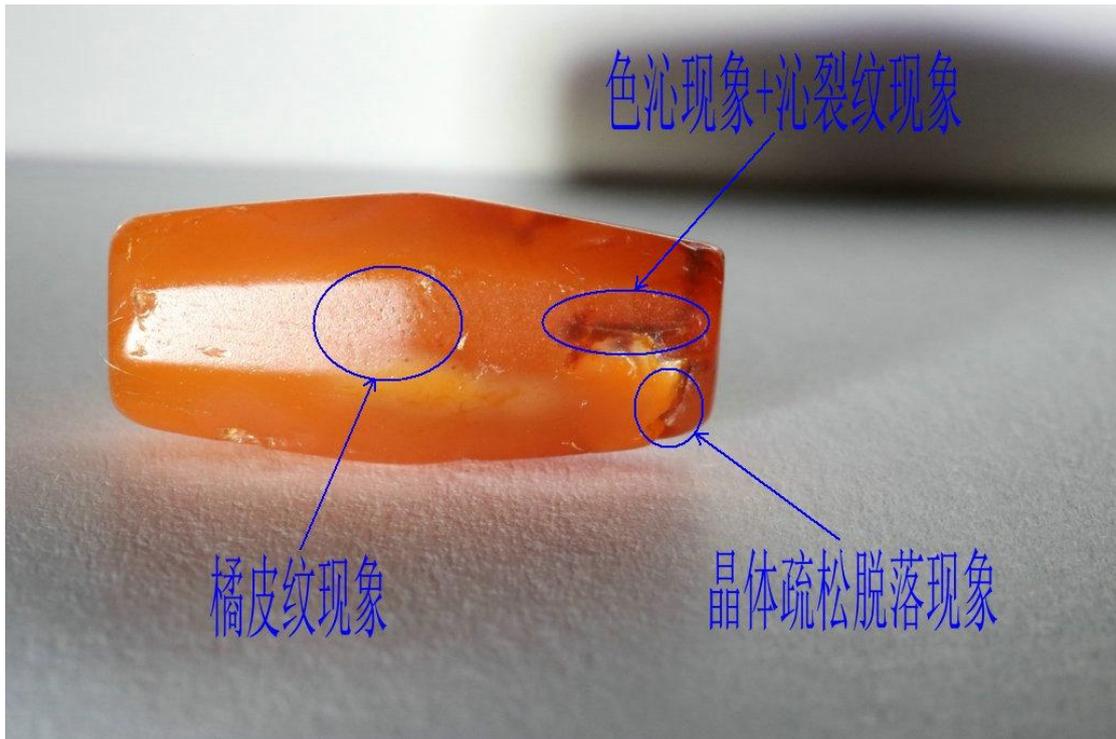
图六 吉尔赞喀勒墓群出土

如（图七）所见，当我们用强光透射时，看到了这条糅杂于红色沁中的沁裂纹现象。玛瑙珠久埋地下，风化淋滤作用使晶体间的微孔隙增多增大，在 2500 年的埋藏过程中，随着风化作用的持续进行，这种现象集中到某一条微裂纹时，使得微裂纹得以伸展、延长，晶体缝隙也渐渐增大，当它延伸至珠体表面时，就形成了“沁裂纹”现象。

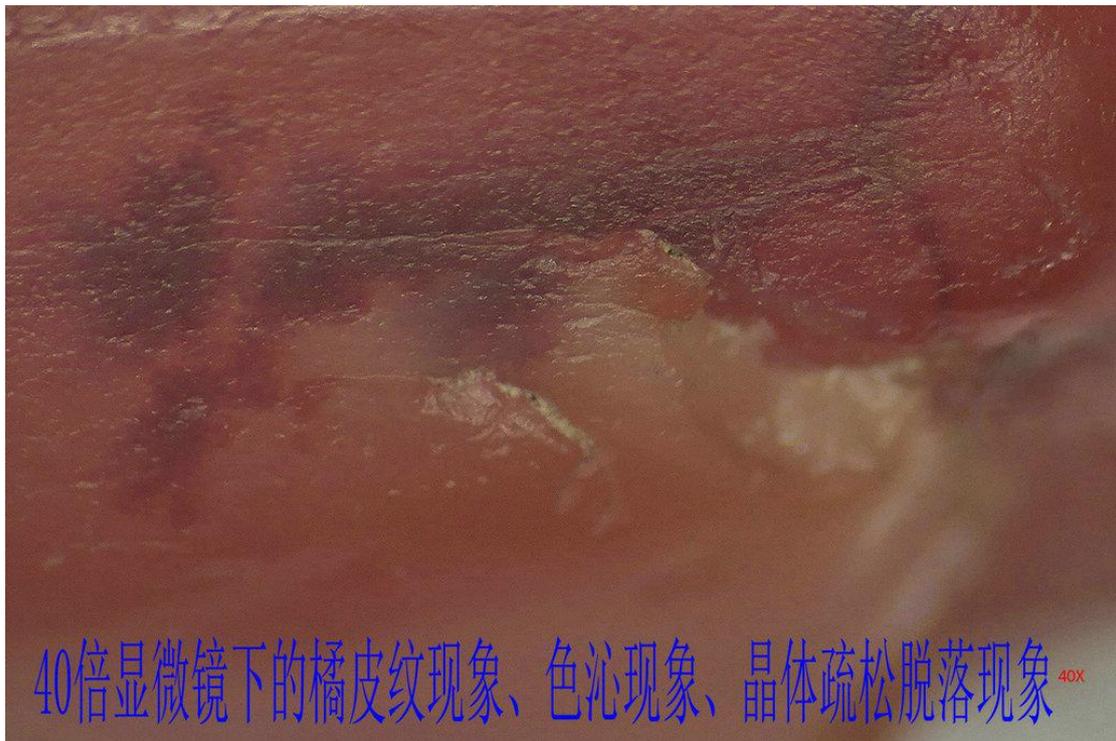


图七 吉尔赞喀勒墓群出土

如（图八）所示，我们再换一个角度观察这颗玛瑙珠，除了看到晶体脱落现象、沁裂纹现象和红色沁现象外，还看到了包浆之下隐约的橘皮纹现象。上文已述，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，古人在制作它时，用解玉砂在其表面反复碾磨抛光，于是珠体表面在微观下呈现出相对凹凸不平的状态，当它被埋藏入土后又经历了风化淋滤过程中可溶性离子的大量流失，从而加剧了微观下珠体表面的凹凸不平状态。在渗透胶结的过程中，富含 Al、Si、Fe 元素的胶体溶液堆积胶结在相对不太平整的珠体表面，并与解玉砂琢磨痕迹相互映衬，于是形成了“橘皮纹”现象。（图九）是 40 倍光学显微镜下观察到的橘皮纹现象、晶体脱落现象和红色沁现象。图中我们看到了珠体表面并不平整，抛光也较为粗糙，晶体受沁脱落后留下的自然形态，以及铁元素入沁后形成的如水墨晕染般的自然形态。



图八 吉尔赞喀勒墓群出土



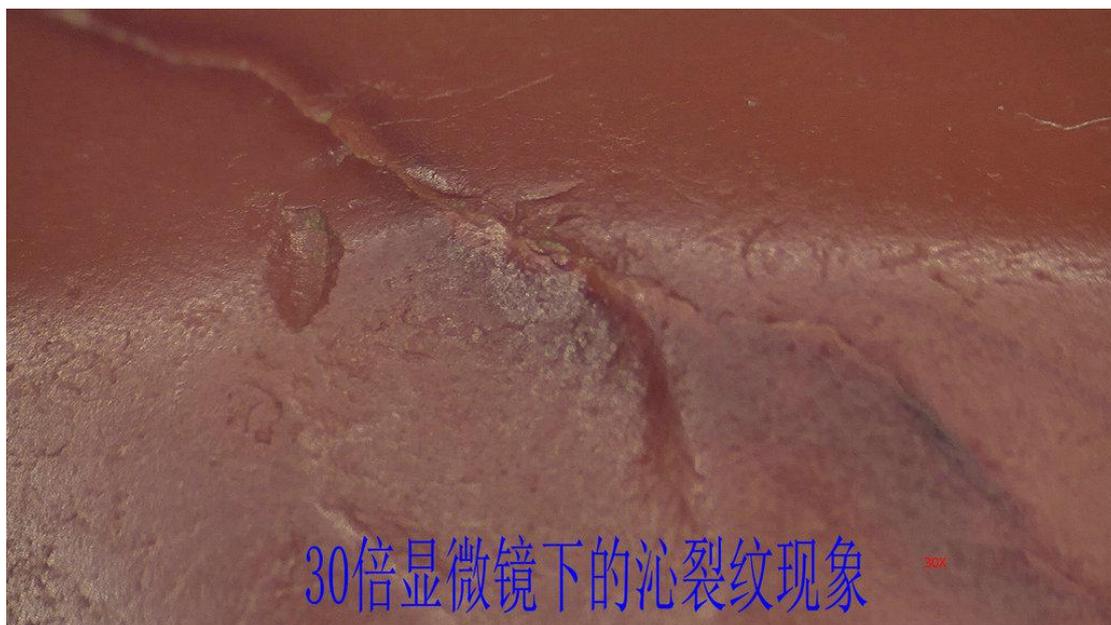
图九 图八的 40 倍显微图

我们在(图十)中看到珠体上另一面的沁裂纹现象和色沁现象、土蚀坑现象。
(图一一)是我们在 30 倍光学显微镜下看到的沁裂纹现象，这条沁裂纹粗细有

别、崎岖蜿蜒，可以看到沁裂纹始于何处，又终于何处。沁裂纹的两头逐渐变细，最终悄然隐匿于珠体之内。这种自然的分布形态表明：整条沁裂纹的形成，是周围的微裂纹在漫长岁月里不断地渐次恶化造成的。



图十 吉尔赞喀勒墓群出土



图一一 图十的 30 倍显微图

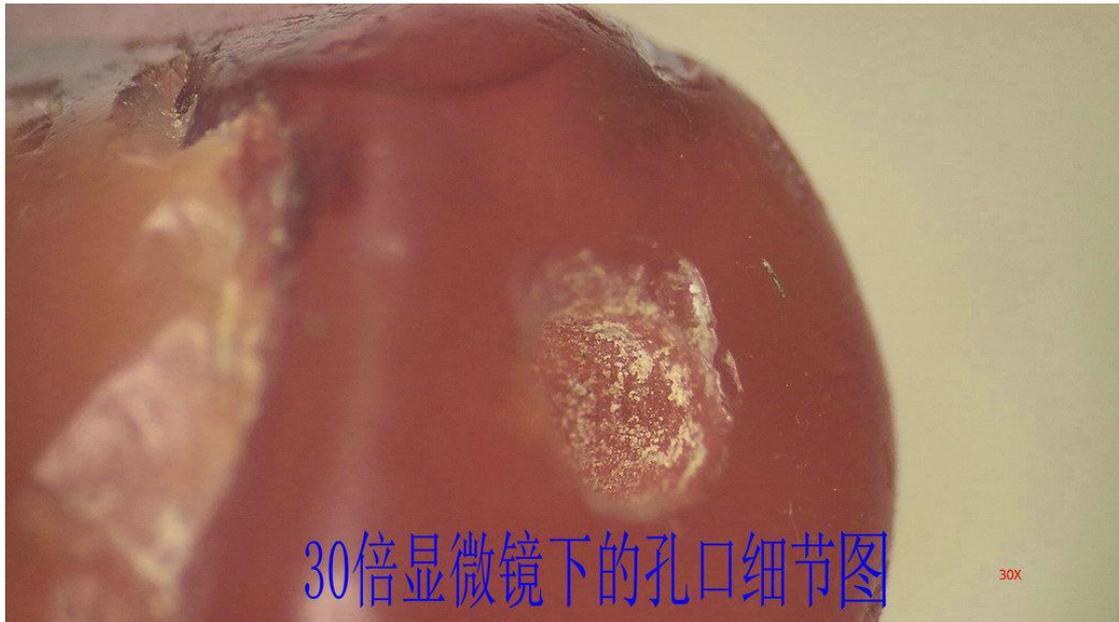
(图一二) 中可以看到这颗玛瑙珠一头的孔道口以及附近孔道内壁的状态。

我们根据吉尔赞喀勒墓群的年代和对珠子孔道整体状态的观察判断当时的工匠使用了硬度较高的铁质管钻和非常细腻的金刚砂来为珠子钻孔。⁶⁰孔口处有打孔初始定位时残留的痕迹。图中临近孔口的孔道内壁上有相对细腻的解玉沙在游离状态下琢磨过后留下的痕迹。我们在图中看到，珠体外表面的光泽莹亮，但孔道内壁就相对粗糙，没有光泽。就一颗珠子而言，工匠会反复抛光珠体表层使之看上去更加亮泽美丽；而孔道内壁未曾被抛光，孔道内壁的表面物理性状未发生改变，当它们置于同一环境下受沁时发生的变化是不一样的，所以同一颗珠子的孔道和珠体表面不可能有完全一致的包浆。换言之，渗透胶结过程中富集在珠体表层的 Si、Al 等金属元素会使珠体表层呈现出更润亮的光泽。（图一三）是珠子同一部位在 30 倍光学显微镜下的状态，我们看到珠体被抛光的表层细腻光滑，但孔口内壁却显得相对粗糙，还有一些壤液中的成分附着在孔道内壁表层。



图一二 吉尔赞喀勒墓群出土（孔口细节图）

⁶⁰ 巫新华：《浅析新疆吉尔赞喀勒墓群出土蚀花红玉髓珠、天珠的制作工艺与次生变化》，《四川文物》，2016 年第 3 期，第 33~55 页。



图一三 图一二的 30 倍显微图

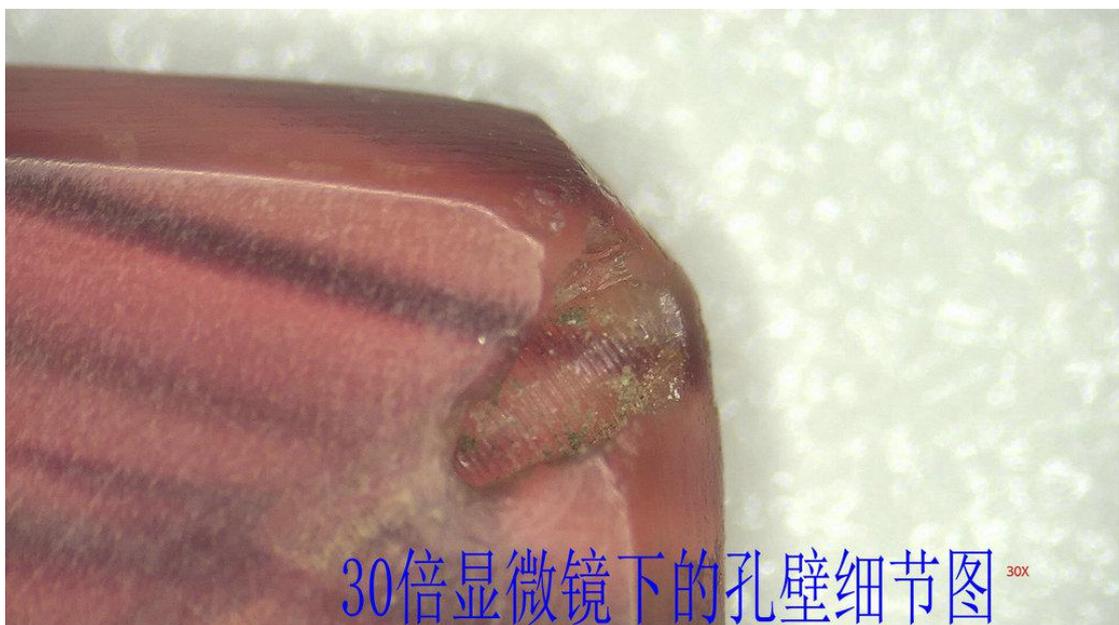
（二）第二件玛瑙珠饰

（图一四）中这颗方形片状玛瑙珠出土于吉尔赞喀勒墓群 M11。玛瑙珠边长 0.99cm，厚度为 0.24cm；对角钻孔，孔间距 1.15 cm，两头孔径分别为 0.085cm 和 0.082cm。图中我们观察到珠子表面有一层较薄的莹亮包浆，珠体内部有数条颜色较深的平行纹带状结构，这些平行纹带状结构是由玛瑙矿体中杂质元素的分布状态导致的。孔道整体直贯通畅，未见明显的对接痕迹。珠体临近钻孔一端的部位有残损，以致我们可以借此仔细地观察到孔道另一面的内壁状态：它的光泽度明显弱于珠体表面的光泽，肉眼观察孔道内壁平整而光滑，看不到螺旋痕的存在。（图一五）是我们在 30 倍光学显微镜下观察到此部位的状态：孔壁上有明显的看似平行实际并不平行、看似连续实际并不连续、且高低不平的细密旋痕，这些旋痕是颗粒非常细小、硬度很高的解玉砂在游离状态下琢磨过孔壁后留下的痕迹。由此我们推断，此时的钻孔技术已经相当发达，工匠使用了铁质管钻工具，且琢磨钻孔用的解玉砂颗粒已经非常细小，但仍未达到特别均匀细腻的状态。工匠的钻孔技术也已非常娴熟，他们能熟练地精准定位，极有可能已经使用了简单的机械装置进行钻孔，因此铁质管钻也已达到了较高的转速。另外，我们还可看到附着在孔道内壁的些许壤液成分的附着物。（图一六）是 70 倍光学显微镜下看到此部位的状态：我们清楚看到孔道内壁的旋痕粗细不均，大致平行，但并不是

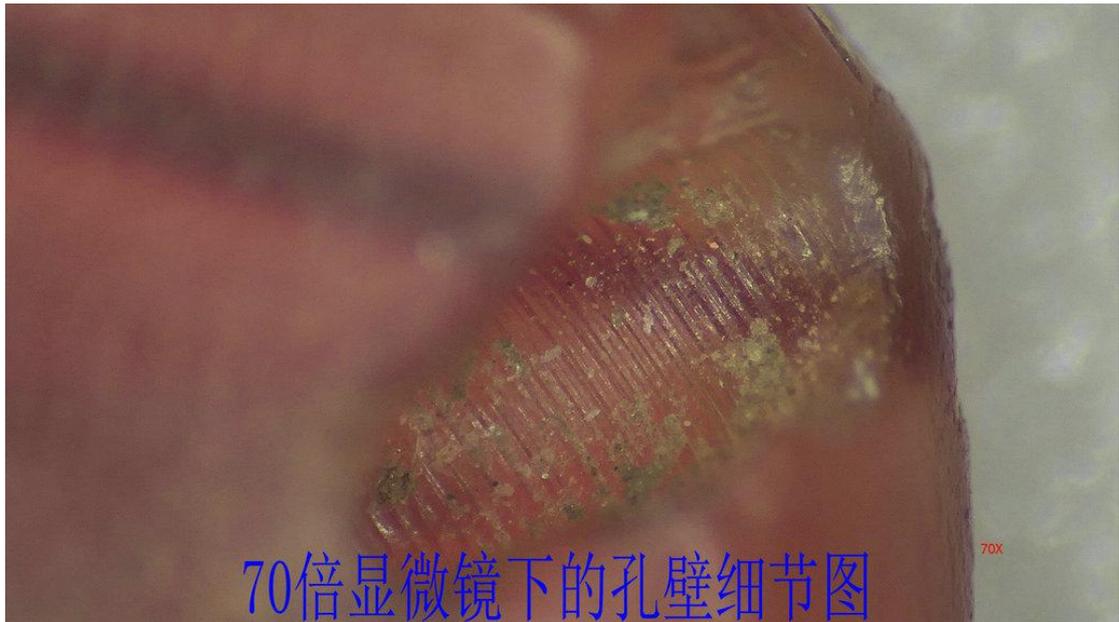
完整的一条一条，而是断断续续的，这是游动的非常细小的解玉砂在高硬度管钻较高转速的带动下琢磨过孔道内壁后造成的痕迹。



图一四 吉尔赞喀勒墓群出土



图一五 图一四的 30 倍显微图



图一六 图一四的 70 倍显微图

（三）第三件玛瑙珠饰

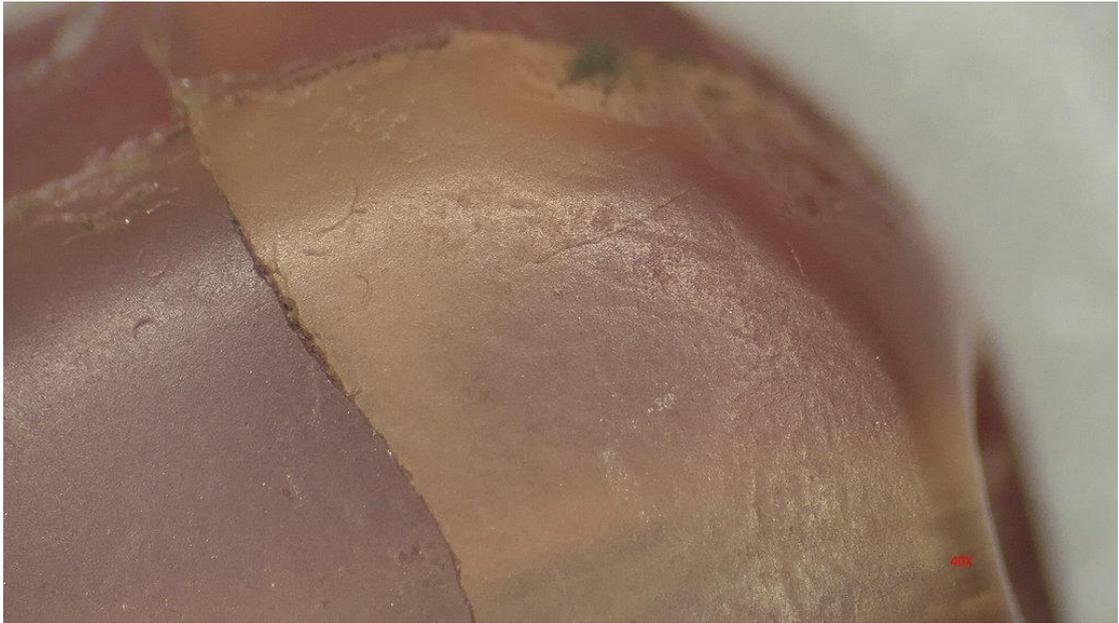
（图一七）中这颗圆形片状玛瑙珠出土于吉尔赞喀勒墓群 M11。玛瑙珠的圆形直径约为 0.89cm，玛瑙珠厚度为 0.42cm；在表现厚度的珠体上有一对穿钻孔，孔间距 0.88 cm，两头孔径分别为 0.12cm 和 0.11cm。图中我们看到，珠子的一面较为平整光滑，珠体有一层润亮的包浆，还可观察到数条沁裂纹现象、土蚀痕现象。（图一八）是我们在 15 倍光学显微镜下看到的状态：珠体表层虽然有一层较薄的包浆包裹，但我们仍能隐约观察到表层的不平整状态，由此可见这颗珠子的抛光不是很精细。沁裂纹的状态自然舒展，是长久埋藏过程中受沁导致的。土蚀痕与土蚀坑现象分布自然，部分土蚀痕上有附着的壤液中的成分，土蚀坑的表面隐约可见包裹的包浆。（图一九）是在 40 倍光学显微镜下观察到的细节状态：珠体表层呈显出橘皮纹状态，细微的土蚀痕自然地分布其上。沁裂纹粗细不匀，可清晰看到沁裂纹两边的晶体在漫长的埋藏岁月中逐渐形成的自然状态。



图一七 吉尔赞喀勒墓群出土

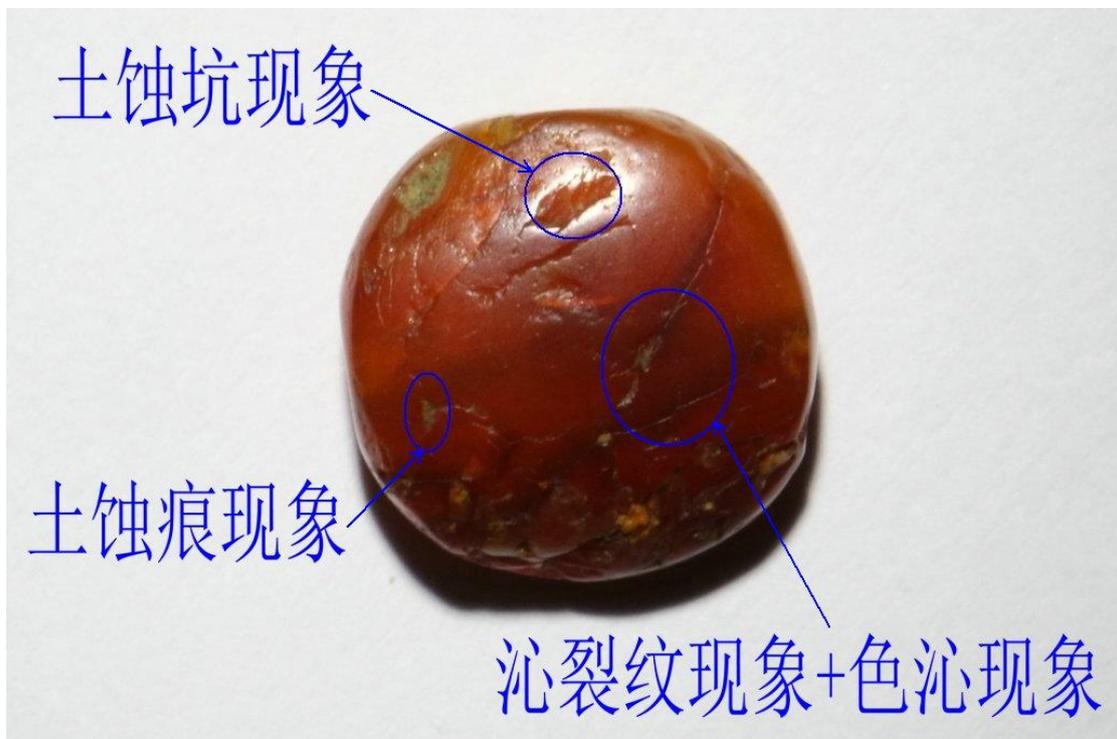


图一八 图十七的 15 倍显微图



图一九 图十七的 40 倍显微图

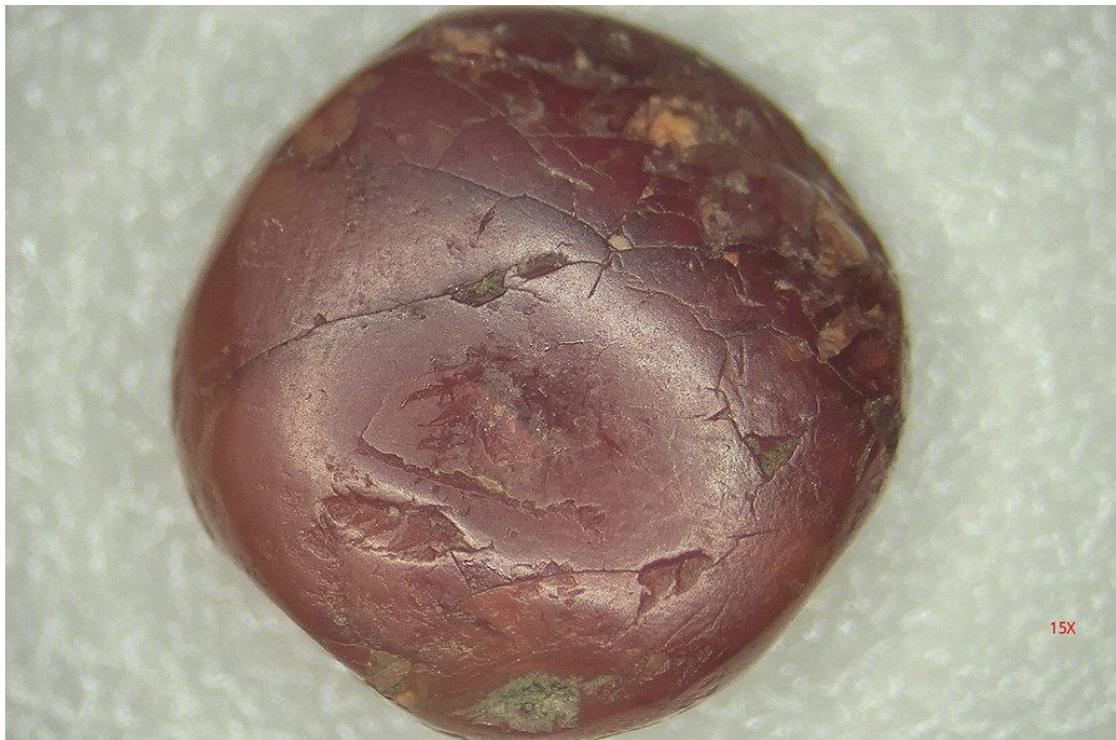
(图二十) 是这颗红玛瑙珠的另一面，显然受玛瑙局部质量和埋藏的微观环境影响，此面比另一面受沁更为严重，我们可以清晰看到珠体上的数条大小不一的沁裂纹现象、色沁现象、土蚀痕现象和土蚀坑现象。



图二十 吉尔赞喀勒墓群出土

(图二一) 是在 15 倍光学显微镜下的状态，使我们对数种受沁状态观察得

更为清楚，尽管较为严重的受沁使这一面珠体显得斑驳，但我们仍能看到珠体表面有一层包浆包裹。



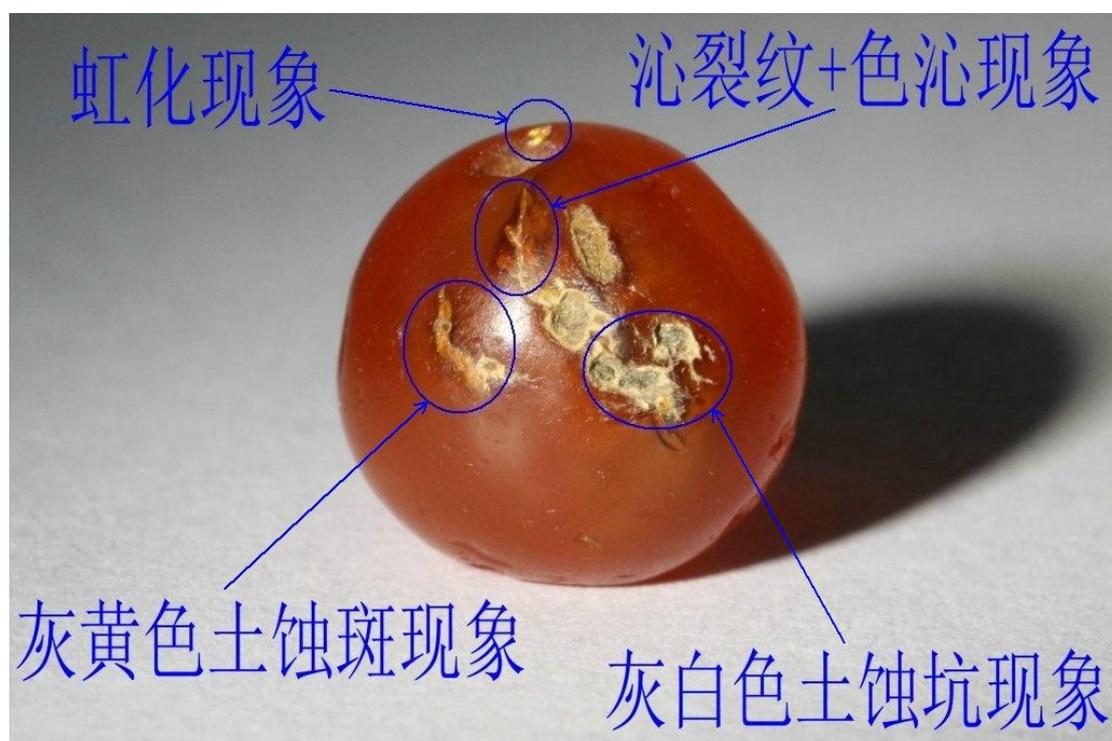
图二一 图二十的 15 倍显微图

（四）第四件玛瑙珠饰

（图二二）中的圆型玛瑙珠出土于吉尔赞喀勒墓群 M1。玛瑙珠直径约为 1.03cm，珠体上有一对穿钻孔，孔间距 1.11 cm，两头孔径分别为 0.11cm 和 0.15cm。图中我们看到珠体表面有一层亮泽的包浆，最为明显的是珠体上受沁导致的灰白色和灰黄色的土蚀斑现象，造成这种土蚀斑的原因是：当玛瑙矿体中的杂质部分恰好在成珠后位于珠体的浅表层，风化淋滤过程中杂质元素逐渐析出并富集在这一部位的较表层，它们在渗透胶结过程中与壤液中的部分元素发生了相互反应，质变为一种新的物质并附着在这一部位，于是产生了我们在图中看到的灰白色和灰黄色的土蚀斑。另外，我们还观察到珠体上的微细沁裂纹现象、红色沁现象、土蚀痕现象以及孔道口的虹化现象。虹化是一种常见的侵蚀现象，⁶¹玛瑙珠的“虹化”现象特指用来描述玛瑙珠体表面在光照下出现的旖旎的彩色斑面，它们的色

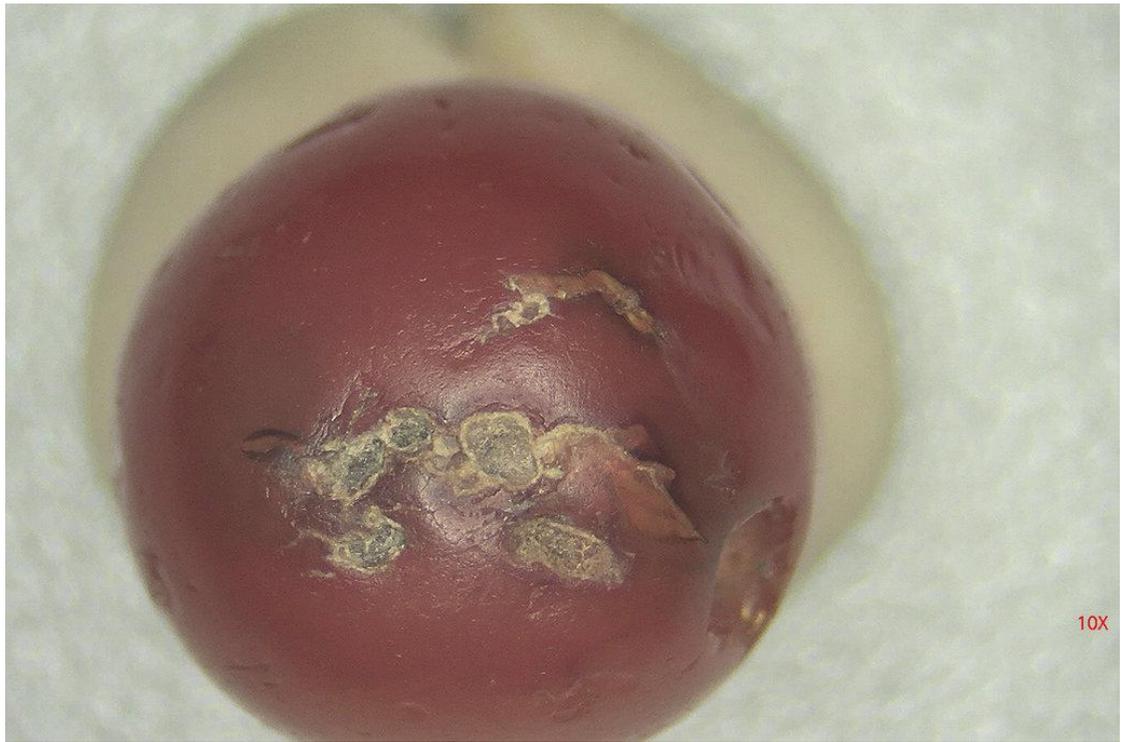
⁶¹ [英]R·J·福布斯等著，安忠义译，巫新华主编：《西亚、欧洲古代工艺技术研究》（文明的中介：汉译亚欧文化名著），第 239 页，中国人民大学出版社，2008 年。

彩随着光线的移动而变化，当光线超出某一个范围时，这种五彩斑斓的色彩又会逐渐隐匿不见，它们分布于玛瑙珠体表面结构较为疏松的地方。其形成机理实际也是玛瑙珠埋藏入土后风化现象的一种。微观上看，玛瑙珠体内的二氧化硅晶体以隐晶质的形式立体、无规则地排列着，晶体间的微孔隙又充满了结构水。当玛瑙珠埋藏入土后经历了风化淋滤和渗透胶结作用，晶体间的孔隙度增大从而变得疏松，玛瑙珠体内晶体的排列形态也会发生改变，当这些晶体的排列形成某一个特殊形状，恰好又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的晕彩现象。



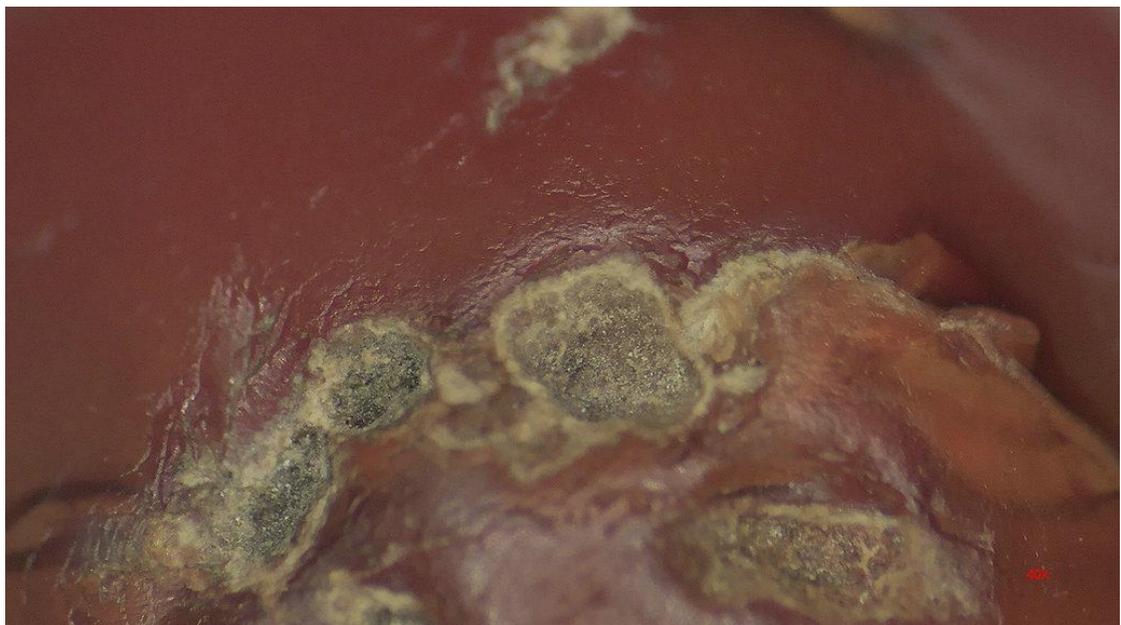
图二二 吉尔赞喀勒墓群出土

(图二三) 是这颗红玛瑙珠在 10 倍光学显微镜下的特征，我们能够隐约看到隐藏在包浆下的不太平滑的珠体表面以及受沁导致的灰白色土蚀斑现象、微细沁裂纹现象、色沁现象、橘皮纹现象、土蚀痕现象。上述受沁现象的机理，前文已有阐述，不再赘述。



图二三 图二二的 10 倍显微图

(图二四)和(图二五)是分别在 40 倍和 50 倍光学显微镜下的状态, 图中我们看到灰白色土蚀斑有的在珠体表面, 而有的又潜行于珠体浅表层中, 土蚀斑的状态取决于玛瑙矿体中杂质的分布形态和受沁的深浅程度。



图二四 图二二的 40 倍显微图

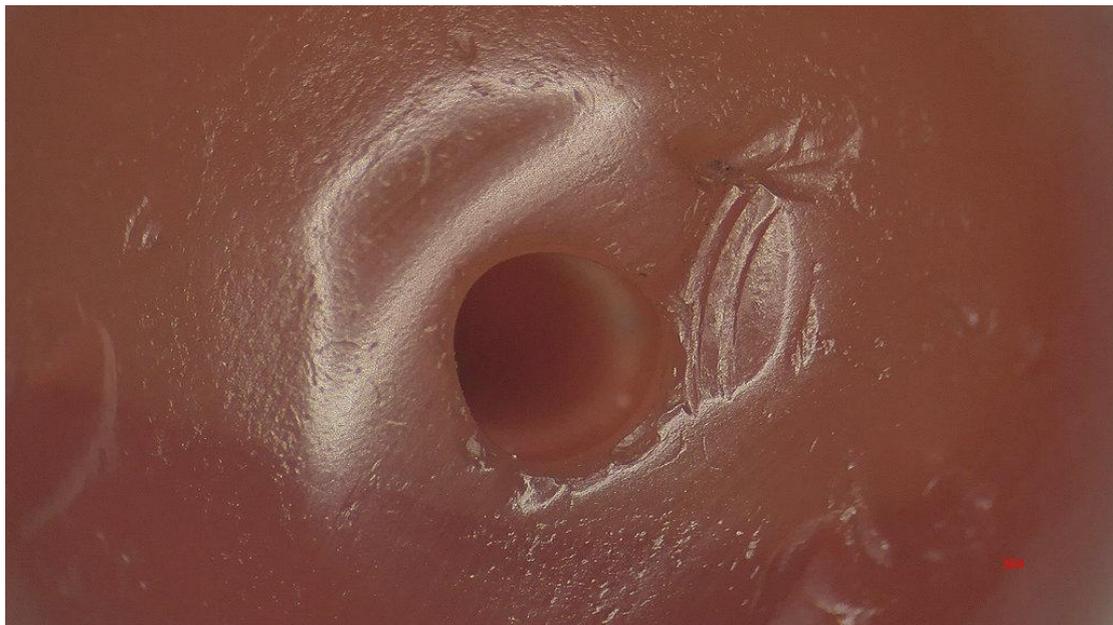


图二五 图二二的 50 倍显微图

(图二六) 中我们看到圆形玛瑙珠的包浆现象、小沁裂纹现象、色沁现象、土蚀痕现象。还看到孔口有些许玛瑙晶体崩落的现象，孔道内壁较为粗糙，肉眼看不到螺旋纹，孔壁上有壤液成分的附着物。(图二七) 是 30 倍光学显微镜下的状态，我们能够更清楚地看到孔口边缘的晶体崩落现象以及覆盖其上薄薄的一层包浆，但我们依然无法看到临近孔口的孔道内壁上有旋痕。



图二六 吉尔赞喀勒墓群出土



图二七 图二六的 30 倍显微图

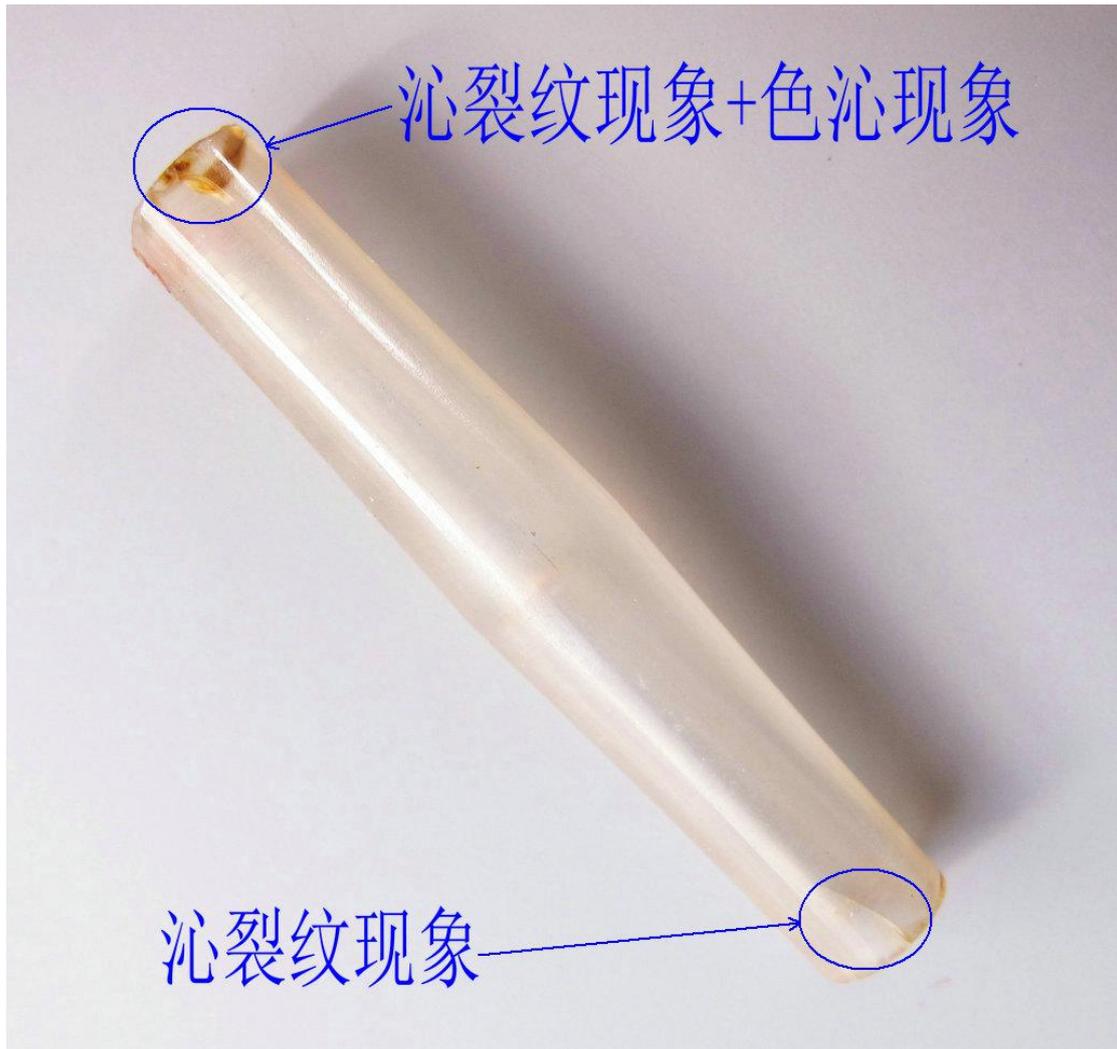
（五）第五件玛瑙珠饰

（图二八）中的白色玛瑙管现藏浙江省博物馆，出土于绍兴 306 号战国早期墓。⁶²此墓出土的最长一颗玛瑙管达 12cm（M306：122）。⁶³这种长达 10 cm 以上的玛瑙管在印度河上游属于公元前 3000 年的摩亨佐·达罗遗址也有出土。⁶⁴由此可见，人类早已掌握了制作玛瑙珠（管）的高超技术。图中我们看到这颗白色玛瑙管的表面曾被精细抛光，在历经了 2000 多年的埋藏后珠体仍然莹润亮泽。另外，制作这颗玛瑙珠的玛瑙矿质量很好，埋藏环境也相对较好，因此珠体只有临近两头的部位有些许较为明显的色沁现象、微细沁裂纹现象。其受沁机理前文已述，不再赘述。

⁶² 图片采自浙江省博物馆官方微博。

⁶³ 浙江省文物管理委员会等：《绍兴 306 号战国墓发掘简报》，第二十页，图版伍：5，《文物》1984 年第 1 期。

⁶⁴ 大英博物馆藏品，又见[英]杰西卡·罗森：《红玛瑙珠、动物塑像和带有异域风格的器物——公元前 1000 年~公元前 650 年前后周及其封国与亚洲内陆的交流迹象》，《祖先与永恒：杰西卡·罗森中国考古艺术文集》，第 410 页，生活·读书·新知三联书店，2011 年。



图二八 浙江省博物馆藏

（六）第六件玛瑙珠饰

（图二九）中的玛瑙耳珰展陈在浙江省博物馆，出土于宁波汉墓。图中的玛瑙耳珰呈现出挺括润亮的玻璃光泽，珠体上部可见较为明显的沁裂纹现象、土蚀斑现象，珠体中段内部还隐约可见内风化现象，珠体下端有明显的色沁现象、沁裂纹现象和虹化现象。当玛瑙珠体的风化作用不断叠加于珠体内部某些较为脆弱的晶键上时，就会加快这一部位晶体间的晶键断裂，使晶体间隙变大，我们用透光的方法可以观察到珠体内部的晶体呈现出渐趋疏松的现象，即为玛瑙珠的“内风化”现象。



图二九 浙江省博物馆藏

(七) 第七件玛瑙珠饰

(图三十)中的玛瑙耳坠出土于新疆吉木萨尔县二工河水库M32, 墓地属于西汉时期的山北六国。⁶⁵图中我们看到这件红色玛瑙耳坠有着莹亮的包浆, 其体内有许多若隐若现的内风化现象。另外, 珠体表面还分布着土蚀痕和土蚀斑现象。

⁶⁵ 新疆昌吉回族自治州文物局:《丝绸之路天山廊道——新疆昌吉古代遗址与馆藏文物精品》, 第303页, 图328,《文物出版社》,2014年。

上述受沁机理，前文已述，不再赘述。



图三十 新疆吉木萨尔县二工河水库墓地出土的玛瑙耳坠

（八）第八件玛瑙珠饰

下面两颗玛瑙珠是“珠襦”的一部分，现藏苏州博物馆，出土于苏州真山东周大墓。

（图三一）中，我们看到了珠表挺括亮泽的包浆现象、虹化现象、微细沁裂纹现象、土蚀痕和土蚀坑现象。上述受沁机理，前文已述，不再赘述。



图三一 苏州博物馆藏

（图三二）中，我们看到润亮的包浆现象、色沁现象、虹化现象、小沁裂纹现象、自然分布的土蚀痕现象。上述受沁机理，前文已述，不再赘述。



图三二 苏州博物馆藏

四、结语

公元前一千纪前后，绚丽多彩的玛瑙珠饰受到人们的广泛青睐，成为社会地位以及财富的象征物之一。这一阶段，工匠们已经能将坚硬的玛瑙矿制作成形式多样的精美珠饰，从长度达到十多厘米的玛瑙管到孔径小于一毫米的精细钻孔，都表明当时制作玛瑙珠的工艺水平已经非常高超。这些玛瑙珠饰埋藏入土后，受埋藏环境和珠体自身局部质量的影响发生了相应的次生变化，从而产生了各种不同的受沁现象。简要概括本文的观察与梳理收获如下：

首先，受帕米尔高原台地干旱少雨环境和棕漠土的影响，吉尔赞喀勒墓群出土的玛瑙珠在埋藏的 2500 年岁月中发生了多种多样的次生变化。借助光学显微镜的帮助，我们发现玛瑙珠的珠体上出现了沁裂纹现象、土蚀现象、内风化现象、虹化现象、色沁现象、橘皮纹现象等一系列受沁现象。另外，珠体的表面还有一层或薄或厚的包浆。通过上述资料的梳理与观察，十分清楚地表明不同地域的玛瑙珠饰都因漫长的埋藏岁月发生了风化作用，由此产生的次生变化具有共性。换言之，我们认为吉尔赞喀勒墓群出土的玛瑙珠的所有受沁现象具有类似古代出土文物特点的集大成表现。

其次，我们常常看到多种受沁现象共存于同一颗玛瑙珠体之上，使玛瑙珠饰的受沁现象看上去纷繁复杂。但是，通过对吉尔赞喀勒墓群出土玛瑙珠的研究，我们认为只要深入了解玛瑙的化学物理性状，并结合埋藏环境和受沁机理等因素综合分析，就会发现这些受沁现象之间有着直接或间接的因果关系。这些复杂多样的受沁现象与埋藏环境之间有着一种内在的联系，是每一件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。

说明：本文文稿为缩减版，正式论文将于《新疆艺术》2017年第四期刊出。