

第二章 海上丝绸之路沿线古代珠饰科学研究概述

珠饰（珠子和小型饰件）是人类文化不可或缺的组成部分，珠子发展的历史是人类历史的一部分，常被看作是文化细微变化的体现者。古代珠饰具有材质多样、经久耐用、易携带、外观美丽等多种特征，可能代表了人类最古老的艺术形式，人们出于装扮自身、商品交换、辟邪等多种原因佩戴珠饰。旧石器时代以后，人们就开始使用由植物种子和果实、贝壳、兽骨等有机物质制作珠饰。至新石器时代，珠饰的材质逐渐多样化，包括石（玉）、珊瑚、黑曜石、金、银、铜合金、玻璃、陶等天然和人工合成材料，制作工艺也由单纯冷加工演变为热加工和冷加工并行。

世界范围内，不晚于公元前 7000 年，美索不达米亚、埃及、伊朗等地就开始出现石质珠饰制作中心，石质珠成了地中海和西亚地区主要贸易品之一。^[1,2]公元前 4000 年晚期，巴基斯坦巴达赫尚省的青金石、波罗的海的琥珀、地中海地区的煤精在市场上都很受欢迎。^[3]公元前 3000 年左右，东地中海地区开始出现红玉髓、玛瑙质地的眼纹珠。到公元前 2500 年左右，石质和金质珠饰的制作在美索不达米亚的乌尔(Ur)已经十分专业化，并且开始出现玻璃珠饰。中国黄河、长江、辽河流域则在新石器时代就已经开始制作软玉珠饰，兴隆洼文化（距今 8200~7000 年）是世界上最早利用闪石玉制玉的新石器时代早期文化。^[4]

从相关人工合成材料出现的时间顺序来看，最早的施釉滑石珠、费昂斯、玻璃制品，先后在公元前 5 千纪末至公元前 2000 年左右出现在埃及、近东、古印度和美索不达米亚等地。^[5-7]镶嵌玻璃珠或称蜻蜓眼玻璃珠在埃及新王朝时期开始流行，公元前 600 年至公元前 400 年曾广泛流行于地中海、黑海和里海沿岸，公元前 1000 年中期，埃及人、腓尼基人制作的蜻蜓眼珠饰遍布地中海地区，也通过丝绸之路陆上路线传播至中国新疆、甘肃、河南、湖北、山西、山东等地。^[8]国学学者曾称费昂斯为“自上釉石英团或沙团”“上釉的非黏土陶瓷材料”“最早的高科技陶瓷”等。^[9,10]费昂斯制品通常只在表面有玻璃态釉层形成，而内部仅由少量玻璃态物质将石英晶体烧结在一起，内外层结构有明显的差异。中国学者对费昂斯制品有“料器”“原始玻璃”“釉砂”“石英珠”等多种称谓。^[11-13]仿制天然石质珠饰是费昂斯和玻璃制品发展的主要原因之一。

揭示古代珠饰蕴含的丰富信息，如关于人群移动、贸易、观念传播、人类行为，以及技术革新和发展、手工业组织、审美、社会等级、宗教信仰等信息，有助于更好地探索和理解早期社会与经济发展状况、区域间与区域内的贸易往来和区域技术发展程度等学术问题，因此备受学者关注，所发表的研究著作与论文数量丰富。例如，杜宾(L. S. Dubin)关于珠饰发展历史的研究^[14]，贝克(H. C. Beck)关于珠饰分类和系统命名法的研究^[15]，弗朗西斯(P. Francis, Jr.)关于海上丝绸之路珠子贸易的研究^[16]，等等。夏鼐先生曾对埃及珠饰进行系统研究，对珠子的考古学价值，不同质地珠子（玻璃、石质、金属、象牙、

骨等)的制作技术、分类方法、珠饰年代学特征(埃及的史前时期至希腊罗马时期)等内容分别进行了阐述。^[17]

用于探讨海上丝绸之路中外交流的物质(遗址、遗物)和非物质(如医学、佛教)的资料众多。海上丝绸之路沿线的贸易物品种类繁多,既有中国输出的丝绸、黄金、陶瓷器、钱币、铜镜等,也有输入的“明珠、璧流离、奇石异物”。本章所涉及的主要研究对象是小型的宝(玉)石及玻璃等质地的珠饰,通常组合为串饰使用。由于玻璃、石质、黄金等不同质地珠饰在贸易和使用、制作地和制作技术、器型特征等方面的密切联系,学者们通常将其作为一个整体进行研究。涉及时间段主要是东南亚的铁器时代(公元前500年至公元500年)和中国的两汉时期,引用的资料来自考古学和科技分析两个领域。概述内容主要包括海上丝绸之路沿线古代珠饰的制作历史、材料学特征、制作工艺、原料与产地分析、风格特征,以及不同成分体系玻璃珠饰分布随时间的可能变化等方面。所讨论的早期玻璃均为硅酸盐玻璃,根据其中所使用的主要助熔剂和化学成分特点,分别简称为钠钙玻璃、钾玻璃、钠铝玻璃等。

一、印度的古代玻璃珠饰和石质珠饰

(一) 印度的古代玻璃珠饰

在海上丝绸之路沿线地区中,古代印度是石质和玻璃珠饰制作技术发展最早的地区。有报道认为,印度玻璃技术起源于公元前1200年左右,彩绘灰陶文化与哈拉帕文化晚期的重叠期(公元前1400年至公元前1000年),在印度北部哈里亚纳邦(Haryana)的Bhagwanpura、古吉拉特邦的德瓦尔卡(Dwarka)等遗址发现有零星的可能与玻璃镯、玻璃珠子制作相关的考古资料,玻璃制作技术可能是独立发展的。^[18,19]但是,也有学者认为哈拉帕文化晚期的这些考古资料是否与玻璃制作相关需要进一步探讨。^[20]

根据已有资料,印度北部的玻璃制作技术发展早于南部地区。在恒河流域彩绘灰陶文化(公元前1000年至公元前600年)时期的Atranjikhera^[21]、哈斯蒂纳普尔(Hastinapur,公元前800年至公元前500年)发现有这一时期的玻璃珠。印度南部的马斯基(Maski)遗址在铜石并用地层中发现有4件玻璃珠(约公元前800年),德干高原马哈拉施特拉邦的Nevasa遗址发现有年代在公元前700年至公元前200年的玻璃珠。^[22]据不完全统计,有34个遗址发现有玻璃珠与印度北方黑色抛光陶器(Northern Black Polished Ware, NBP)(公元前600年至公元前300年)共存,有119个遗址发现有公元前300年至公元400年的玻璃珠饰。^[23]例如,泰米尔纳德地区的Porunthal遗址(1~3世纪),在50平方米的范围内就发现了超过2000颗玻璃珠,估计在50000平方米范围的土丘内这种小的拉制珠可能超过100万颗。公元前1000年至公元前500年是印度玻璃的发展时期,公元前500年之后,印度工匠在玻璃的熔制、退火、着色技术等方面都达到了一定的高度,玻璃技术的

发展有一定的本土特点。印度古代的玻璃器主要是作为装饰用品，如手镯、耳饰、项链，器皿、玻璃印章也偶有发现。

印度的古代玻璃制作包括模铸、缠绕、拉制、折叠等，其中采用缠绕法制作珠饰可以采用窑炉加热或小型热源加热，拉制法制作玻璃珠则需要复杂的窑炉设计。^[24]印度古代玻璃珠有截角立方体、四棱柱、六棱柱、曲面双锥形、截角五方双锥形、截角六方双锥形、系领状、瓜棱形、扁圆环、分段珠等数十种器型。^[25]塔克西拉 (Taxila, 今属巴基斯坦) 是最早发现拉制玻璃珠的地点，年代在公元前 4 世纪；截角立方玻璃珠在公元前 5 世纪的罗马帝国也有发现。^[26]阿里卡梅度大约从公元前 300 年开始采用“lada”技术制作印度-太平洋贸易珠，在那里发现有大量不透明的红色、棕红色、黄色的玻璃珠以及半透明蓝色玻璃珠，系领状珠是这一遗址的典型产品，约延续至公元 300 年，在印度其他遗址很少有发现。^[27-29]弗朗西斯认为，在阿里卡梅度发现的六棱柱浅绿色玻璃是用来仿制天然的绿柱石宝石，年代在公元前 400 年至公元前 100 年。类似玻璃制品在印度北部的 Ahichchhatra (公元前 300 年至公元前 200 年)、憍赏弥 (Kausambi, 约公元前 2000 年) 和 Narhan 等遗址也有发现。^[30, 31]

在印度尼西亚巴厘岛的 Gilimanuk 曾发掘出一些系领状玻璃珠，年代为公元前 100 年至公元 100 年，可能来自阿里卡梅度。印度尼西亚最受当地现代人重视的是橙色的“mutisalah”拉制珠，可能是由于它们类似珊瑚的颜色，从古代开始一直就被视为珍贵的贸易品。^[32]2 世纪之后，由于战争等原因阿里卡梅度遗址的珠饰生产不再活跃，印度-太平洋贸易珠的生产中心转移到了斯里兰卡的曼泰、泰国的孔通 (2~6 世纪)、越南俄厄 (2~7 世纪) 等地。印度-太平洋贸易珠在东南亚的延续时间为公元前 250 年至公元 1400 年。

早在 20 世纪 70 年代，就有学者对少量印度古代玻璃进行了科技分析，探讨了相关遗址出土的玻璃制品的化学成分特征、着色特征 (如铜红珠)、可能的制作原料、不同遗址出土的玻璃之间的可能联系，以及外来技术的可能影响等方面。^[33, 34]其中，印度东北部瓦拉纳西 (Varanas) 的 Rajghat 遗址 (公元前 600 年至公元前 200 年) 出土了约 400 颗玻璃珠，颜色有浅黄、蓝、绿、红、棕等，可能是为了模仿绿柱石、青金石、绿松石等天然矿物的颜色；透明度从透明、半透明到不透明。^[35]根据报道的 Rajghat 遗址出土的 5 件玻璃珠的化学成分来看，有 4 件属于矿物碱型高铝钠玻璃 (m-Na-Al 玻璃)，1 件 (蓝绿色、半透明，铜离子着色) 属于中等钙铝亚类钾玻璃 (m-K-Ca-Al 玻璃)。其他遗址中，塔克西拉遗址 (公元前 600 年至公元前 300 年) 主要检测到了植物灰型钠钙玻璃 (v-Na-Ca 玻璃)，少量的泡碱型钠钙玻璃 (m-Na-Ca 玻璃)，1 件钾钙玻璃 (K_2O 含量为 20.24%， CaO 含量为 9.74%， Sb_2O_3 含量为 5.08%)；有 2 件泡碱型钠钙玻璃的氧化铅 (PbO) 含量较高，含量分别为 34.85% 和 8.93%。^[36]阿里卡梅度遗址经过检测的 3 件均为中等钙铝亚类钾玻璃，2 件蓝色和蓝紫

色玻璃珠含有较高的氧化锰(MnO 含量分别为 5.01%和 1.99%)。Nasik 遗址(公元 59~200 年)发现有泡碱型钠钙玻璃瓶残片和混合碱玻璃珠(Na_2O 含量为 6.26%, K_2O 含量为 16.12%)。

20 世纪 80 年代, 辛格(R. N. Singh)对印度古代玻璃、费昂斯的研究从考古学和技术两个方面进行了系统总结, 如印度古代玻璃的起源、不同遗址出土的器物的化学成分和显微结构特征、制作工艺与工具(如窑炉设计、原料配方、着色工艺等), 并与埃及、叙利亚、意大利、阿富汗等地的玻璃进行了比较。^[37] 布里尔(R. H. Brill)通过分析印度鲁伯尔(Rupar)、儒赏弥、旁遮普(Punjab, 位于印度西北部)、阿里卡梅度等地的一些古代玻璃制品发现, 其年代主要在公元前 600 年至公元 200 年, 并获得了大量科学信息。布里尔认为, 如果公元 200 年以前的玻璃制品中 Al_2O_3 含量高于 3.5%, 并且 CaO 含量低于 5.0%, 则产地可能是印度。^[38]

根据对 Nevasa 遗址的 4 期(公元前 700 年至公元前 200 年)、5 期(公元前 200 年至公元 200 年)文化层中 18 件玻璃制品(如玻璃珠、管、镯)的科技分析, 结果显示: 属于 4 期的 2 件样品中, 1 件为混合碱玻璃珠(Na_2O 含量为 19.58%, K_2O 含量为 3.99%), 含少量锑(Sb_2O_3 , 含量为 0.33%); 1 件为钾玻璃块(K_2O 含量为 16.61%, Na_2O 含量为 0.96%, MgO 含量为 0.33%), 锑的含量较高(Sb_2O_3 含量为 1.06%)。属于 5 期的 16 件样品中有 4 件为钾玻璃, 含 3 件玻璃珠(1 件多面体珠、2 件系领珠)和 1 件玻璃镯, 其中含 15%~18% 的 K_2O , CaO 和 Al_2O_3 含量在 1%~3%, 多面体玻璃珠、玻璃镯分别含有 0.35%和 1.21% 的 Sb_2O_3 。其他 2 件玻璃镯分别为植物灰型钠钙玻璃(含 9.33% 的 PbO)、矿物碱钠铝玻璃(黑色, Fe_2O_3 含量为 9.12%, Al_2O_3 含量为 6.63%); 2 件为泡碱型钠钙(铅)玻璃, 其中系领珠为铜红色(CuO 含量为 6.87%), 含 27.64% 的 PbO ; 另 1 件玻璃珠含 11.53% 的 PbO 。其余 5 期样品分属矿物碱型钠铝玻璃、植物灰型钠钙玻璃, 多数含少量锑。^[39] 从测试结果来看, Nevasa 遗址的玻璃制品是多来源的, 泡碱型钠钙玻璃可能来自地中海地区, 矿物碱型钠铝玻璃为当地自制, 但在锑基乳浊剂的使用上可能吸收了西方技术。

早期关于印度古代玻璃的研究多将玻璃器的年代划定在一个较宽的时间范围内(多依据陶器排序)进行讨论。近些年来, 为了更好地理解印度古代玻璃技术随年代的演变发展, 有学者开始利用碳-14 测年技术对发现玻璃器的文化层年代进行确认, 并对相关玻璃器进行了科技分析。例如, A. K. Kanungo 等学者对位于北方邦(Uttar Pradesh State)的 Kopia 遗址(周围有环壕, 长和宽分别约为 300 m 和 250 m)进行文化层的年代测定, 对出土的玻璃制品进行研究。碳-14 加速器质谱(AMS)测年数据表明, Kopia 遗址发掘区 I 区的年代在公元前 9 世纪至公元前 2 世纪, 发掘区 II 区的年代在公元前 2 世纪至公元 2 世纪(公元前 200 年至 100 年), 这一遗址有明确的玻璃制作证据, 如熔制玻璃的坩埚、窑炉、大的玻璃料块(约 76 kg, 大小为 45 cm×30 cm×22.5 cm)、加工完成的玻璃珠和镯等(图 2-1), 是一个玻璃制造中心。^[40, 41] 从卫星地图来看, 紧邻 Kopia 遗址的西侧有一个更大规模的

环壕遗址，宽约为 450 m。



a. 熔炉遗存



b. 在熔炉附近发现的断裂的鼓风口和破碎坩埚



c. 残留的玻璃碎块

图 2-1 印度 Kopia 遗址发掘 II 区出土的与玻璃制造相关遗存^[42]

玻璃制造和加工是古代 Kopia 人的主要经济活动，在遗址发现的玻璃制品包括红、蓝、绿、黑、棕、橙等色调的玻璃镯、管、珠，玻璃珠中有系颈珠、分段珠（图 2-2），从玻璃管表面可以看到拉制过程中形成的平行穿孔的细条纹，玻璃珠多为缠绕珠，而玻璃镯可能为铸造法制作。经过科技分析的 16 件样品中，有 3 件发现于 I 区的样品属于钾玻璃（1 件浅绿色残片、1 件透明浅蓝色镯、1 件浅绿色玻璃珠），年代较早（公元前 600 年至公元前 200 年）；其余 13 件玻璃珠、镯均为矿物碱型高铝钠玻璃（m-Na-Al 玻璃，CaO 含量 $\leq 4\%$ ），年代较晚（公元前 200 年至公元 100 年）。^[43]



图 2-2 在印度 Kopia 遗址发掘 II 区出土的玻璃镯、管、珠^[44,45]

公元前 4 世纪至公元 3 世纪，印度次大陆不仅是海上丝绸之路长距离贸易的重要转口港，输入了来自埃及、罗马帝国、西亚等地的玻璃、金、银、青金石、陶瓷等奇珍异宝，而且是玻璃、宝石和半宝石、陶器、香料等商品的重要产地之一。这一时期，印度次大陆内部贸易网络对本地制作或输入的贸易和日用的玻璃与石质珠饰、海贝[如印度铅螺 (*Turbinella pyrum*)]、珍珠、纺织品、钱币、陶瓷、农林产品等物质文化，以及艺术、宗教等非物质文化的传播，都发挥了积极作用。^[46,47]

(二) 关于弗朗西斯对印度-太平洋贸易珠及石质珠饰研究的讨论

在诸多学者当中，弗朗西斯一生都致力对亚洲珠饰（特别是南亚和东南亚珠饰）的研究，研究对象主要为玻璃珠，但也涉及石质珠饰的研究。他的研究被从事亚洲珠饰研究的学者广泛引用，学术影响深远。弗朗西斯关于海上丝绸之路沿线玻璃珠的制作和分布的阐述的核心内容是关于印度-太平洋单色拉制玻璃珠 (Indo Pacific Monochrome Drawn Glass Beads, 通常称为“印度-太平洋贸易珠”) 的主张。^[48] 这是一种广泛发现于印度洋沿岸遗址的小型单色拉制玻璃珠，直径和长度很少超过 5 mm，珠饰的颜色有不透明的红色、黑色、橙色、绿色、黄色，半透明的蓝色、绿色、紫色等，如帕特南遗址发现的此类珠饰(图 2-3)。^[49] 其中，不透明红色珠在东南亚分布广泛，常为扁圆形和圆柱形；工匠通常一次对约 50 kg 的玻璃料进行加工。



图 2-3 在印度帕特南遗址发现的印度太平洋贸易珠

弗朗西斯认为这类珠饰在公元前 4 世纪至公元前 3 世纪起源于印度南部的泰米尔纳德地区 (Tamil Nadu)，很可能是阿里卡梅度 (可能是文献中的 “Poduk ê”)，制作延续了近 2000 年，分布范围从非洲一直到东亚，来自印度的工匠或技术从南印度移民或传播至亚洲的斯里兰卡和东南亚地区。印度-太平洋贸易珠的制作工匠被认为是泰米尔人 (Tamil) 或者 Pandukal 人，这些“旅行中的工匠”可以根据需求从一个地方迁移到另外一个地方，类似游牧的制珠人群 (Nomadic Bead-making Group)。这可以从东南亚不同遗址发现的 Mutisalah 珠 (一种拉制的不透明的红色到棕色的小型玻璃珠，在印度尼西亚语和马来语中意思为“假珍珠”) 在颜色、化学成分、形状上的高度一致得到体现，这些珠饰可能不是同一来源，但属于共同的谱系。^[50, 51]

随着考古发掘和科技研究的不断深入，最近有学者对弗朗西斯部分关于珠饰生产和交换的观点提出了质疑。卡特 (A. K. Carter) 等学者在 2016 年发表的两篇评述性文章中对弗朗西斯关于珠饰的研究历程和主要学术成果与观点进行了概述。^[52, 53] 不可否认，阿里卡梅度是印度古代一个重要的珠饰 (包括玻璃和石质珠饰) 制作中心。但是，东南亚在公元前后的 1000 年存在多种成分类型的玻璃，在技术上同时受到了来自印度北部和南部的影响，产自阿里卡梅度的珠子仅是其中的小部分，这与弗朗西斯关于这一地点是印度-太平洋贸易珠摇篮的推测相矛盾。由于印度-太平洋贸易珠的生产是复杂技术并且可能是保密的，弗朗西斯不相信南亚工匠愿意将该技术传授给东南亚工匠，坚持认为印度工匠是在一个称之为“阿里卡梅度联盟” (Arikamedu League) 的体系中相互联系的，但是支持这一假设的考古学证据十分缺乏。由于玻璃原料配方的多样性，尚不清楚不同遗址的玻璃工匠相互间是否存在交流或者属于同一个团体。

亚伯拉罕(A. S. Abraham)认为,与西亚和欧洲的玻璃制造业不同,南亚的玻璃制作工匠是在一个精英集团缺乏或者影响有限的环境下发展。玻璃珠和手镯的制作工匠作为一个边缘的或不引人注目的团体存在,但是他们之间的联系又足以满足来自本土或海外的对玻璃制品的生产需求。^[54]亚伯拉罕主张需要将南亚的玻璃手工业与金属冶炼等采用高温技术的手工业在统一的考古学背景下进行探索。

基于对阿里卡梅度收集的石质珠饰和制作残料的分析,弗朗西斯主张存在两个民族学特征明显不同的珠子制作社群(分别为来自印度南部和印度西部的工匠),他们使用了不同的技术(主要是毛坯制作过程中对敲击和研磨技术的选择应用)和技术流程(如抛光和钻孔的不同顺序)去制作石质珠饰。同时,他认为造成这种差别可能与工匠所采用的矿石原料不同(单晶体和集合体)、年代的先后、不同的技术传统等原因有关。^[55. 56]凯莉(G. O. Kelly)重新评估了弗朗西斯的研究,并对位于泰米尔纳德邦库都马纳和印度西南部的喀拉拉邦帕特南相关遗址发现的石质珠和制作残料进行了研究。凯莉认为,根据珠子的生产技术的不同将种族特点物质化这一假设过于僵化;印度南部的石质珠和饰件生产者应当被视为单一的实践共同体,而不能划归到弗朗西斯认为的确切族群;印度的宝石工人并不是规范化的,也没有严格限制,而是成员分散在印度南部的不同地点,通过共享实践或知识相连接的一个实践共同体,他们并不是统一分享单一的生产方式,而是共享和吸收不同生产实践的一个非规范化的社会空间。^[57]

(三) 印度的古代石质珠饰

南亚地区盛产宝石和半宝石,这为古代石质珠饰的制作提供了物质基础。例如,泰伦加纳邦(Telangana State)海德拉巴市(Hyderabad City)以东的加里贝特矿床(Garibpet deposit)盛产石榴子石。^[58]古吉拉特邦的勒登布尔[Ratanpur 或 Ratnapura,在梵语中的意思是“充满宝石之地或宝石之城”(gem-filled, city of gems)]地区盛产红玉髓、水晶、缟玛瑙等石英质矿石,至今这些地区仍采用古代的制作技术生产石质珠饰,如通过热处理改变红玉髓的颜色。^[59]泰米尔纳德邦 Kongu 地区 Kangayam 附近的 Padiyur 村庄盛产绿柱石,这种宝石在古罗马时期的需求量很大。普林尼在 1 世纪成书的《自然史》中记述到了海蓝宝石绝大多数来自印度。1819 年 6 月至 1920 年 6 月,一个叫 Health 的英国人曾从 Padiyur 获得了 2196 颗宝石,重约 9980 g,这种质量的宝石在其他地区很少发现。泰米尔纳德邦还出产蓝宝石、水晶、刚玉、长石、云母等矿产资源。^[60]库都马纳遗址的珠饰生产基本上全部采用当地出产的宏晶石英,主要是透明、无色、接近无暇的石英晶体,发现至少 17 kg 的制作废片和废料,以及部分完成的珠子和饰件。^[61]印度西部古吉拉特邦的坎贝(Gambay)和南部的阿里卡梅度,在公元前 200 年左右开始成为两个世界性的珠饰出口中心。^[62]

从石质珠的制作历史来看，早在哈拉帕 (Harappa) 文化时期古代印度就有了复杂和成熟的石质珠制作手工业，包括对硬度较低的滑石、石灰石，硬度较高的青金石、石英质矿物的加工制作。古代哈拉帕，今属巴基斯坦，是印度河流域文明大型城市之一，从 1921 年以来对该地的考古发掘与研究已持续了近百年。哈拉帕与其南部的摩亨佐一达罗 (Mohenjo-Daro) 一带的哈拉帕文化遗址，是了解古代印度城市与文明发展最重要的信息来源。^[63] 根据碳-14 测年数据，哈拉帕文化的年代从公元前 3300 年至公元前 1300 年，持续了近 2000 年。成熟哈拉帕期 (Harappa Phase) 分为 A 期 (公元前 2600 年至公元前 2450 年)、B 期 (公元前 2450 年至公元前 2200 年) 和 C 期 (公元前 2200 年至公元前 1900 年)，持续了约 700 年，重要的文物主要有陶器、墓葬及尸骸、雕塑、青铜、宝石、印章 (有青铜、滑石、费昂斯、陶等不同材质)。^[64]

公元前 3000 年，印度河流域与西亚的两河流域、伊朗高原等地有着物质文化交流、人群迁移，这为印度河流域文明的产生发展提供了部分条件。^[65]

哈拉帕文化遗址发现有大量的红玉髓 (长管状、短双锥形等)、蚀刻石髓珠 (图 2-4)、费昂斯、滑石 (如印章、珠子)、海贝、青金石和天河石 (图 2-5)、绿松石等珠饰。^[66,67] 目前，对哈拉帕文化遗址出土珠饰的研究集中在物理化学特征分析 (矿物组成、化学成分、岩相、穿孔特征等)、原料来源、生产 (技术、流程、钻头工具等方面)、风格与寓意、使用、流通等方面。

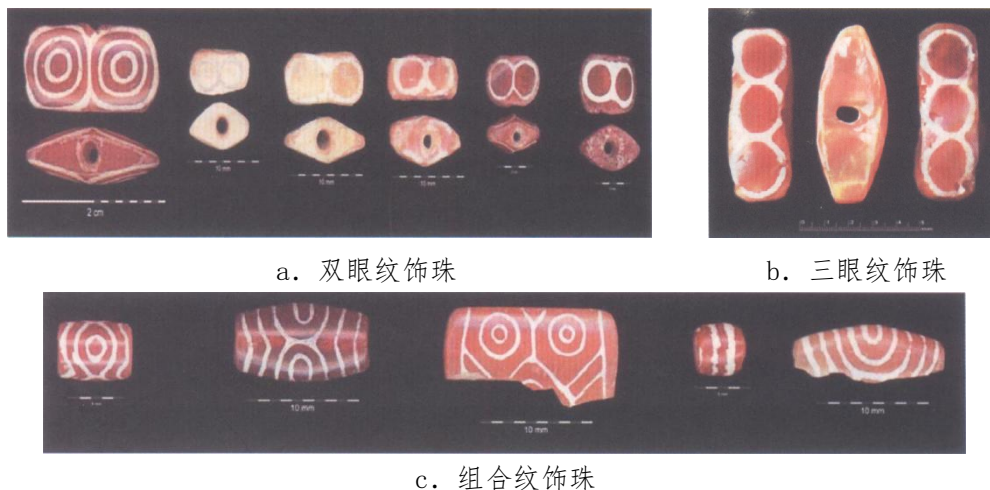


图 2-4 在哈拉帕文化遗址朵拉维拉 (Dholavira) 出土的蚀刻石髓珠^[68]

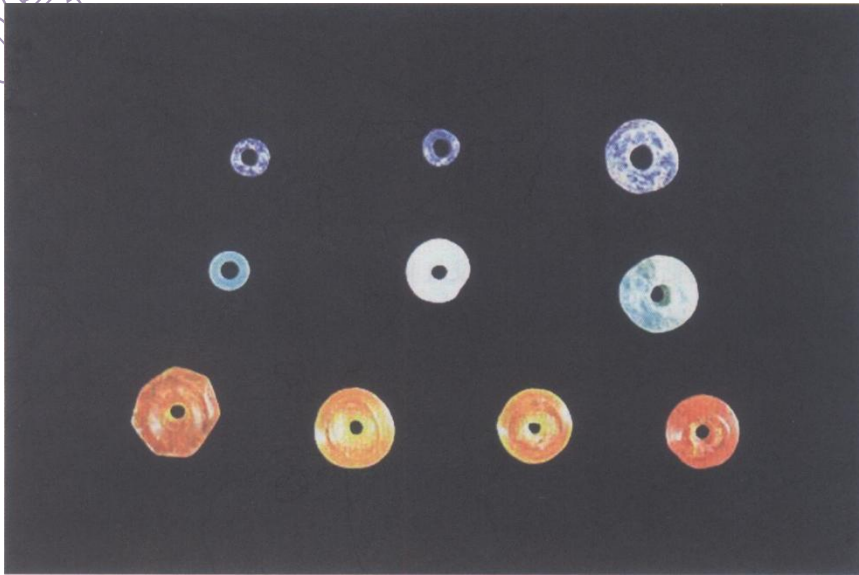


图 2-5 早期哈拉帕拉维阶段(Ravi Phase, 公元前 3300 年至公元前 2800 年)的青金石(上排)、天河石(中排)、红玉髓(下排)珠饰(图中最大的珠子直径小于 1 cm)
(引自: <https://www.harappa.com/indus5/12.html>)

根据科技分析结果,哈拉帕文化遗址制作石质珠饰所用的 60 多种矿物和岩石原料中,滑石、红玉髓、玛瑙、燧石、石灰石、天河石等主要来自临近的印度古吉拉特邦和巴基斯坦的特定区域,而青金石来自阿富汗巴达赫尚省(Badakhshan Province),并将成品通过距离贸易网络提供给印度文明区域和其他区域的消费者。^[69-71]古吉拉特邦的微晶石英矿物质量好、种类多样、产出量大,这是印度其他地区所不能比拟的。同时,由于古吉拉特邦重要的地理位置,让其从哈拉帕文化时期开始就是一个跨区域贸易网络的开始节点。公元前 3 世纪至公元 7 世纪,古吉拉特邦在与阿拉伯海地区的海上贸易以及印度次大陆区域内贸易中,依然发挥了重要作用。有学者基于历史文献和考古学资料,探讨了古吉拉特邦这一时期的贸易组织与管理、海上(西亚和埃及等地)和陆上贸易路线、贸易中心、输入和输出的货品等相关问题。其中,输出品包括印度棉制品、甘松香料(nard)、没药树脂(bdellium)、小麦、糖、乌木(ebony)、柚木(teakwood)、檀香木(sandalwood)、钻石、玛瑙、红玉髓、象牙、珍珠等,输入的主要是丝绸(来自中国)、红酒、苏合香(storax)、金、锑(antimony)、玻璃(来自罗马)、银、珊瑚等。^[72]

在哈拉帕文化遗址发现了大量与石质珠加工相关的富硅质石质钻头(主要组成矿物为石英),仅在朵拉维拉遗址就发现有 1212 件,绝大部分(99.17%)是一种被称为“Ernestite”的钻头。“Ernestite”为临时性名称,以考古学家 Ernest Mackay 的名字命名,原材料为一种细粒变质岩,组成矿物有石英、硅线石、莫来石、赤铁矿等,莫氏硬度为 7~8,钻头长度在 2.44~29.72 mm 之间(平均长度为 8.46 mm),绝大部分钻尖的宽度在 1.7~3.5 mm 之间,其余采用燧石和火山岩制作(部分钻头照片见图 2-6)。根据钻头的结构、钻尖形状、制作方式(敲击、研磨等)可划分为锥状圆柱形(tapered cylindrical drill)和渐缩圆

柱形 (constricted Cylindrical drill) 等不同类型, 发现有破损钻头的重利用、改制现象。^[73-75] 另外, 朵拉维拉遗址还发现有珠子磨光器 (图 2-7)。根据利用扫描电镜获得的哈拉帕文化时期的红玉髓、玛瑙、滑石等珠饰穿孔内部的硅胶压膜微痕特征, 这些珠饰有多种成孔方式。例如, 利用石质钻头从两端对穿、对穿与底端敲击相结合、敲击与单面钻相结合, 以及铜质钻头加磨料进行穿孔等。^[76-79] 在哈拉帕文化遗址出土的石质珠饰器型多样, 很多在哈拉帕文化之后一直延续使用, 如截角双锥形多面体珠、分段珠等, 其中有费昂斯、象牙贝、金、银、石、细陶等各种质地、不同器型的镯子。^[80]



图 2-6 在哈拉帕文化遗址朵拉维拉(Dholavira)出土的锥状圆柱形“Ernestite”钻头^[81]



图 2-7 在哈拉帕文化遗址朵拉维拉(Dholavira)出土的珠子砂岩质磨光器^[82]

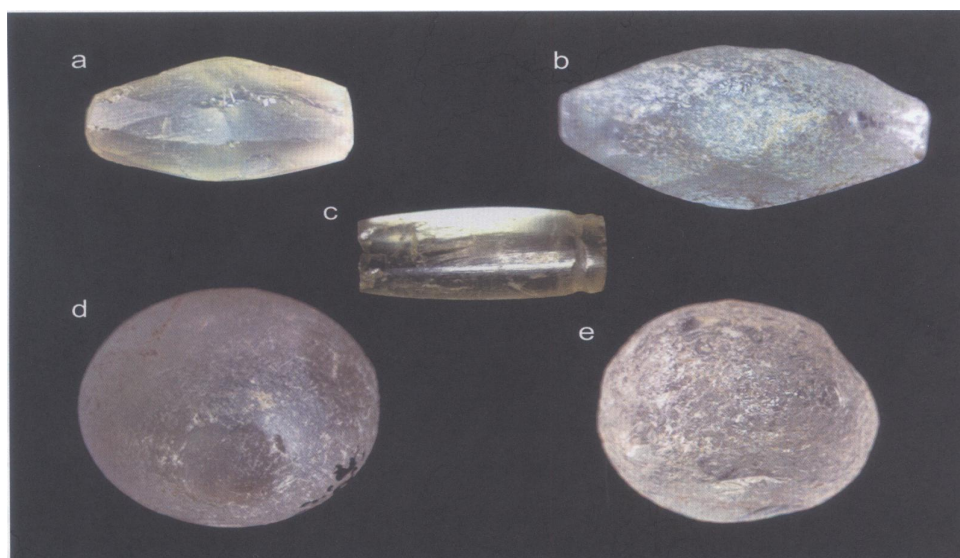
公元前 1000 年, 随着二次城市化的兴起, 印度次大陆北部、中部的哈斯蒂纳普尔、塔克西拉、儒赏弥、拜滕 (Paithan) 等地的珠饰制造手工业变得十分发达, 所制作的条纹玛瑙蚂蟥形珠 (leech beads, 一种类似璜状珠饰)、动物或鸟形护身符等珠饰展示了其高超的制作工艺和艺术水平。^[83] 印度南部泰米尔纳德邦同样是古代石质珠饰的重要输出地之

一，其珠饰（包括石质和玻璃珠饰）制作在公元前后的几个世纪内达到了顶峰。由于印度南部的珠宝制作对罗马帝国十分重要，弗朗西斯称该地区为“古代世界的藏宝箱”（Treasure Chest of the Ancient World）。公元前 300 年至公元 400 年，泰米尔纳德邦在宝石、半宝石珠饰的切割、抛光、研磨、钻孔等方面的技术都已十分成熟。^[84] 公元前 100 年至公元 200 年的桑伽姆 (Sangam) 文学作品中，就有关于该地区宝石加工工业的相关记载。古代阿里卡梅度人曾通过化学方法将条纹玛瑙改性为黑色的缟玛瑙，并通过热处理将低质量的紫水晶变为柠檬色或金色的水晶。^[85]



敲击形成的水晶珠粗坯

- a. 圆形珠 b. 椭圆形 c. 长四棱柱状 d. 四方双锥形

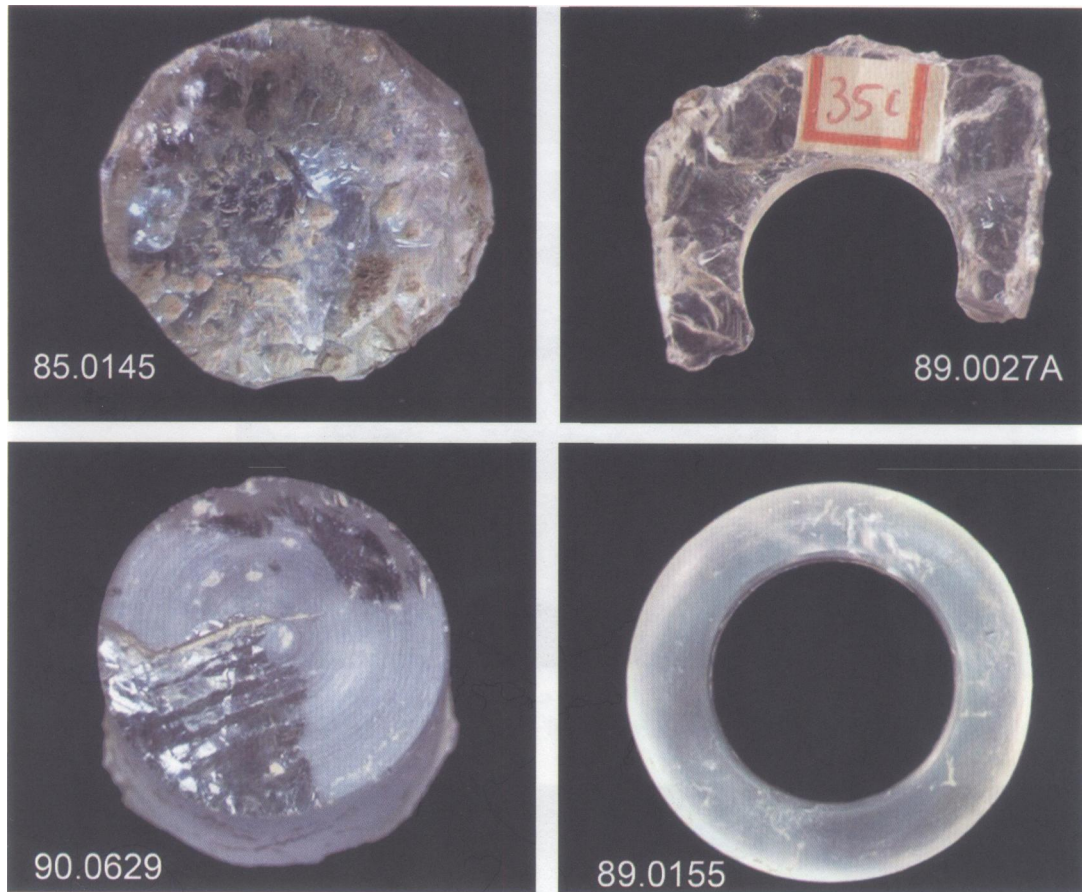


不同形状水晶珠的半成品

- a. 经过研磨的多面体珠 b. 经过敲击的多面体珠毛坯 c. 经过抛光的珠子，可能利用线切割形成系领状
d. 经过研磨的圆形珠 e. 经过敲击的圆形珠

图 2-8 库都马纳遗址发现的石质珠半成品^[89]

凯莉对印度南部铁器时代至早期历史时期期间（公元前 1200 年至公元 400 年）的手工业专业化分工、技术和社会变革，特别是珠饰制作进行了系统探讨。^[86]除了成品石质珠饰，在库都马纳遗址还发现有一些不同质地、不同器型珠饰（珠、环、耳饰）的半成品（图 2-8、图 2-9）。基于这些考古资料，凯莉对库都马纳遗址制作石质珠饰的可能工艺进行了讨论，具体包括原料的选择和预处理（如加热改色）、粗坯（初形）制作（rough-out，敲击法）、毛坯制作（blank，敲击法、研磨法，或二者结合使用）、毛坯抛光、钻孔等。^[87,88]



a. 加工完成的水晶环及制作过程中的阶段性产物

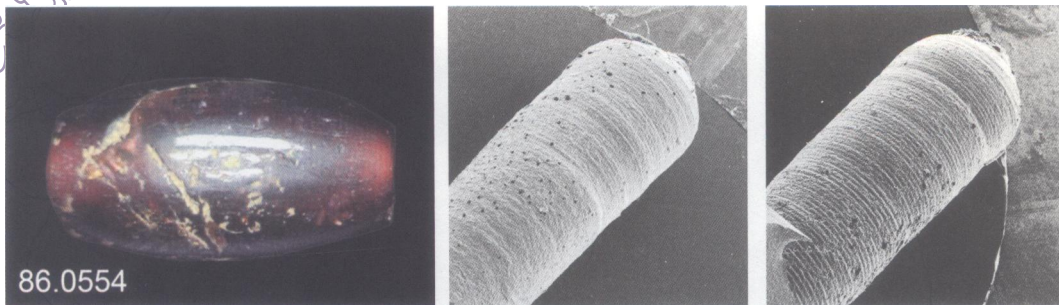


b. 紫水晶耳饰半成品和水晶耳饰毛坯

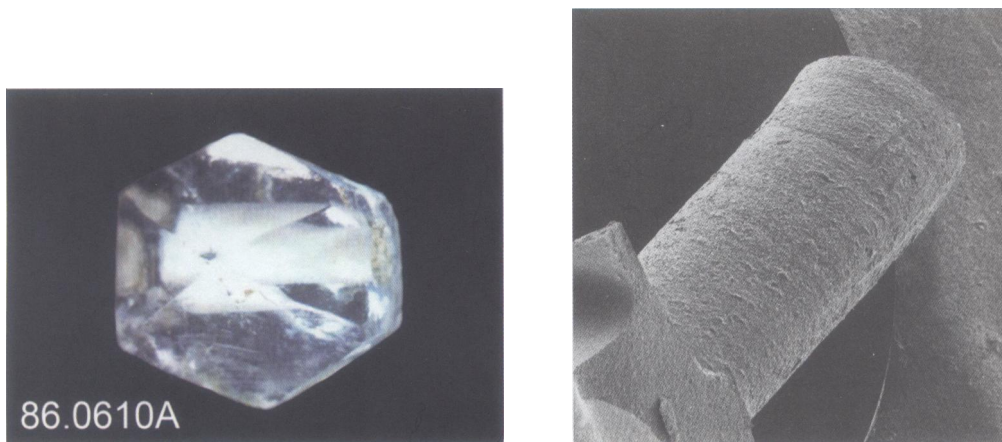
图 2-9 在库都马纳遗址出土的石质环、耳饰及不同加工阶段的文物^[90]

对石质珠饰穿孔硅胶压膜微痕的扫描电镜分析表明，库都马纳遗址的古代工匠使用了不同种类的钻头，包括双钻石钻头（图 2-10）、铜质或石质钻头（钻孔过程中需要使用磨料）（图 2-11）。在所分析的 21 件石质珠饰中，其中 13 件采用了双钻石钻头钻孔，5 件采用铜质钻头结合磨料钻孔，3 件采用石质钻头结合磨料钻孔。不同种类钻头制作的穿孔其

特征有明显不同，偶尔也发现不同种类钻头组合使用；有对钻孔和单侧钻孔，91%样品是在抛光后再进行钻孔。^[91,92]



a. 长桶状石榴子石珠饰的穿孔特征



b. 截角立方状水晶珠饰的穿孔特征

图 2-10 在库都马纳遗址出土的采用双钻石钻头钻孔的石质珠饰穿孔特征^[93]

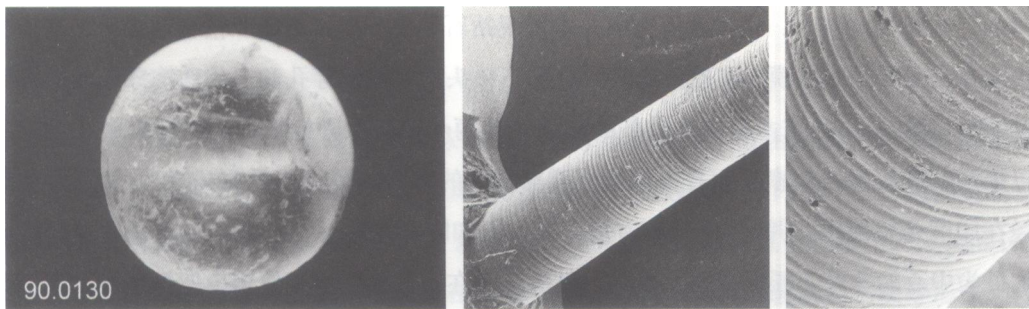


图 2-11 在库都马纳遗址出土的采用铜质钻头结合磨料钻孔的水晶珠穿孔特征^[94]

观察出土器物可以发现，采用双钻石钻头钻孔的石质珠饰穿孔为比较规则的圆柱形、孔径自外而内较为一致，孔壁较为粗糙，有时可见细密平行螺旋纹，孔径较小（通常小于 1.5 mm）；而采用铜质或石质钻头结合磨料进行钻孔的珠饰穿孔为逐渐变细的圆柱形、孔径自外而内变化明显，孔壁较为光滑，平行螺旋纹清晰可见，孔径较大（通常大于 1.5 mm）。此外，在未全部穿透的珠孔内部中央可以发现带有贝壳状裂纹的小突起（图 2-12）。^[95]

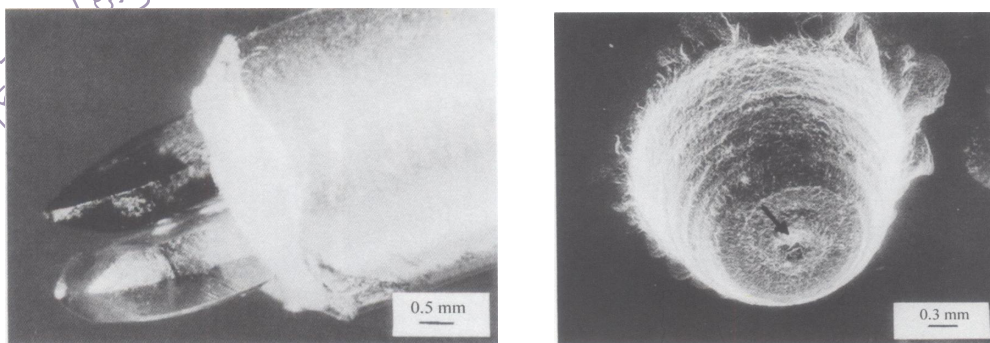


图 2-12 现代双钻石钻头（左）及在石质珠饰中钻孔不完全时形成的穿孔压膜微痕特征（右）
（在压膜的中心可以发现贝壳状裂纹的凹陷）^[96]

目前，由于尺寸较小，在考古发掘中并未发现钻石钻头（单钻石或双钻石钻头），确认这种钻头的存在主要是通过模拟实验，比较现代钻石钻头所形成的穿孔和古代珠饰穿孔的微痕特征。^[97-101]双钻石钻孔技术是指在钻杆的顶端安装两个钻石片进行钻孔。使用两个钻石片不但可以提高削减石料的效率，而且可以适当增加穿孔的宽度。早在公元前 600 年，钻石钻孔技术已经在印度开始使用，并在 1 世纪左右被罗马人所知晓。双钻石钻孔技术似乎主要被印度西部以坎贝为中心的珠饰工匠所使用，单钻石钻头虽然在南亚地区也被使用，但是主要发现于亚洲北部和西部地区。^[102-104]

与玻璃器相比，石质珠饰的制作技术、器型特征随时间的变化发展较为缓慢。时间相对较晚，在印度南部也发现了与哈拉帕文化遗址相似的珠子磨光石（图 2-13）。^[105]印度工匠在公元 850 年前主要通过手工在细粒的石质、坚硬的柚木表面摩擦，初步对石质珠进行抛光，珠饰的棱角比较尖锐，典型的石质珠器型有四方双锥、六棱柱、系领状、截角双锥多面体状、截角立方（cornerless cube，十四面体）等，出现时间都早于公元 200 年。^[106]

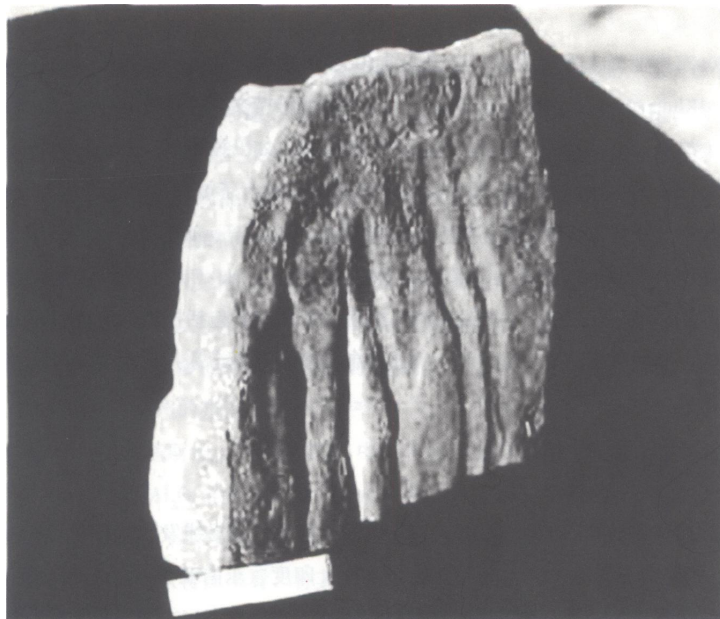


图 2-13 在印度安得拉邦 Kotalingala 出土的珠子磨光石，可见多条不同长度和宽度的沟槽
（公元前 500 年至公元前 200 年）