中國古代玻璃技術的本土發展與絲綢之路上的中外交流

■ 李青會、董俊卿

古代玻璃與絲綢、金屬製品等都是探索絲綢之路上中外經濟、技術和文化交流的重要實物資料。絲綢之路的四條主要線路，即草原絲綢之路、綠洲絲綢之路、西南絲綢之路和海上絲綢之路，在古代玻璃及技術的傳播中發揮了交叉和互補作用。經由絲綢之路傳入中國的玻璃器，在器形、製作工藝、化學成分、分布區域等方面具有明顯的時代特點。綜合考古發掘、產地風格、地域分佈、科技分析、歷史文獻的研究結果，已能夠對不同時期、不同來源古代玻璃於沿絲綢之路的分布有了較爲清晰的認識。本文主要圍繞外來玻璃製品的客觀影響和中國古代玻璃製作技術的本土發展兩個方面進行闡述。根據春秋戰國時期蜻蜓眼玻璃珠的化學成分體系（如鈉鈣玻璃、鉛鋇玻璃、鉛鋇低溫釉陶）、著色劑和乳濁劑（如銻酸鉛、銻酸鈣、鋇的化合物）、年代早晚，探討了陸上絲綢之路沿線的玻璃製品傳播和中外交流。

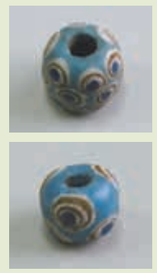
傳入中國的蜻蜓眼玻璃珠

從現有研究結果來看，傳入中國的玻璃製品最初是通過綠洲絲綢之路和草原絲綢之路，從考古發現的帶眼紋玻璃珠或稱蜻蜓眼玻璃珠的分布可見一斑。早期蜻蜓眼玻璃珠是由這些陸上線路傳入我國的新疆、甘肅、山西、山東、河南、湖北等地，年代約在西元前 1000 年至戰國早中期（475-391 BC），最早傳入新疆地區。這些自西方傳入的古代蜻蜓眼玻璃珠出土於新疆拜城克孜爾墓地（主要年代在 1000-500 BC），春秋末戰國初（西元前五世紀上半葉）的河南淅川徐家嶺楚墓，以及河南固始侯古堆一號墓、山西長治分水嶺東周墓地、湖北隨縣曾侯乙墓、山東淄博臨淄郎家莊一號墓、河南洛陽中州路二段七一七號墓等戰國早中期的墓葬。出土這些蜻蜓眼玻璃珠的墓葬等級普遍較高，墓主人多爲諸侯或高級貴族，典型器物的照片可參見圖 1。

從圖 1 可以看出，河南徐家嶺、山西長治和太原晉國趙卿墓（春秋晚期，西元前六世紀上半葉至西元前 476 年）等地出土的蜻蜓眼，都可在曾侯乙墓中發現器形相似器物，應來自相同的產地。根據科技分析結果，徐家嶺、曾侯乙墓出土的蜻蜓眼珠均爲泡鹼型鈉鈣矽酸鹽玻璃，藍色眼紋部分採用鈷離子呈色，並具有低錳高鐵的特點。而新疆拜城克孜爾墓地出土的玻璃珠多爲單色珠，蜻蜓眼玻璃珠的數量較少，並且僅裝飾有簡單的兩個眼紋。與克孜爾墓地出土單色珠相似的珠飾在新疆塔城額敏縣碗泉墓地（約 700-500 BC）也有發現，這兩地出土的玻璃珠爲植物灰型鈉鈣矽酸鹽玻璃，未檢測

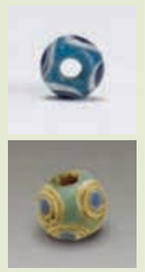
a. 新疆拜城和塔城（XJ-44M）發現的單色和蜻蜓眼玻璃珠

b. 約433 BC，曾侯乙墓出土玻璃珠。



c. 戰國早期，河南淅川徐家嶺墓地10號墓出土玻璃珠。

d. 約470 BC，太原市金勝村趙卿墓。



e. 戰國早中之際（上）和戰國早期（下），山西長治分水嶺東周墓地出土玻璃珠。

圖1　中國各地出土的一些由西方傳入的早期蜻蜓眼玻璃珠　d取自干福熹主編，《中國古代玻璃技術發展史》，頁138；e上圖取自山西省文物局官網，〈第一次全國可移動文物普查專題〉，http://www.sxcr.gov.cn/index.php?m=content&c=index&a=lists&catid=161，檢索日期：2014年12月17日；e下圖取自山西省考古研究所、山西博物院、長治市博物館，《長治分水嶺東周墓地》，北京：文物出版社，2010，圖版105；餘皆作者攝。

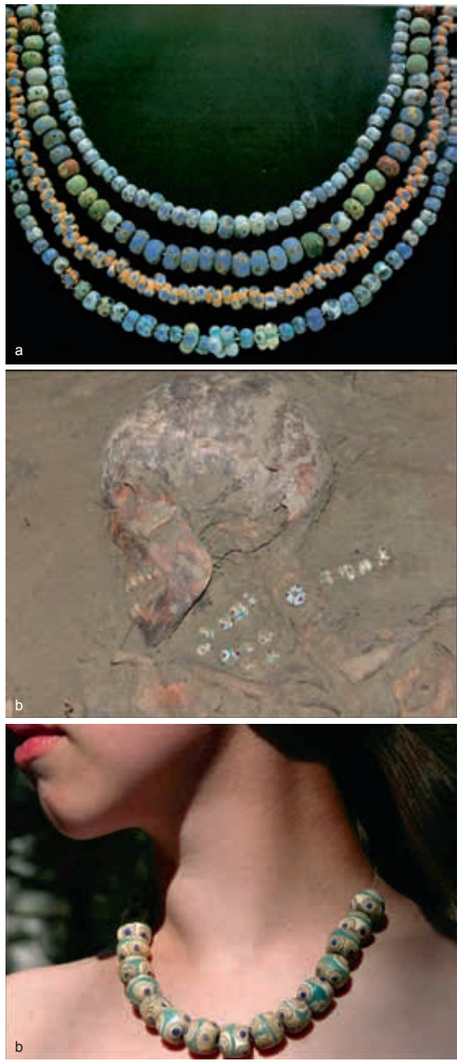


圖2　世界其他地區發現的古代蜻蜓眼玻璃珠　a. 約西元前6至前3世紀，腓尼基蜻蜓眼珠。　b. 西伯利亞阿勒泰地區發現的蜻蜓眼玻璃珠。　a出處見註2；b見註3。

到鈷元素。需要強調的是，上述四個地方出土的玻璃珠中均使用了銻基化合物（如 $Pb_2Sb_2O_7$、$CaSb_2O_6$ 和 $CaSb_2O_7$）作爲著色劑和乳濁劑，在製作工藝上有一定共性。[1]

世界範圍內，眼紋玻璃珠在埃及新王國時期已大量出現，大約在西元前一千紀初出現在地中海沿岸地區，西元前六至前四世紀流行於黑海和裏海沿岸。圖 2 爲腓尼基、西伯利亞發現的一些古代蜻蜓眼玻璃珠，[2] 其中一些與我國春秋末戰國初的樣品相似。西伯利亞阿爾泰山脈地區女性墓出土的這十七顆埃及風格蜻蜓眼（約 400-300 BC），被戲稱爲「埃及豔后項鍊」。[3]

綜合考古學和科技分析結果（如考古類型學、化學成分、著色技術、年代早晚、技術傳統等），我們傾向於認爲中國發現的這些早期蜻蜓眼玻璃珠是由埃及、東地中海或中亞地區，通過草原和綠洲絲綢之路傳入我國，以滿足上層社會的需求。遊牧民族（如斯基泰人或塞人）在這些早期玻璃珠的傳播中發揮了重要作用。

中國自製的釉陶及玻璃蜻蜓眼珠

受傳入器物的影響和激發，中國古代工匠約在戰國早期開始採用與西方不同的材料來仿製蜻蜓眼珠，如採用鉛鋇體系釉的低溫釉陶和鉀鈣矽酸鹽（K_2O-CaO-SiO_2）玻璃仿製蜻蜓眼珠。中國本土自製的鉛鋇玻璃（PbO-BaO-SiO_2）蜻蜓眼珠約在戰國中期開始出現，並一直延續至東漢時期（340BC-220AD）。與此同時，中國也製作出了蜻蜓眼釉陶珠及相關矽酸鹽器物（圖 3），如戰國中晚期的甘肅禮縣、甘肅馬家原、河南新鄭、湖北江陵及漢代的河南寶豐等，這些器物的共同點是含有鉛鋇玻璃態釉層，而胎體爲陶質，說明這些器物爲釉陶製品。上述器物的藍色區域可檢測到中國藍（$BaCuSi_4O_{10}$）、中國紫（$BaCuSi_2O_6$）等矽酸鹽銅鋇人工合成顏料，揭示了這類顏料與鉛鋇玻璃釉在製作技術上的密切聯繫。[4] 較大型的戰國釉陶也有出土，如江蘇無錫鴻山遺址出土的

圖3　中國出土戰國時期典型釉陶器　a. 戰國早期多彩釉陶器，江蘇無錫鴻山遺址出土。　b. 戰國釉陶罐，納爾遜藝術博物館藏。　c. 戰國多彩釉陶蜻蜓眼珠，大英博物館藏。　d. 戰國多彩釉陶蜻蜓眼珠，布魯克林博物館藏。　a 為無錫鴻山越墓博物館夏曉偉提供；b 取自納爾遜藝術博物館官網；c 取自大英博物館官網；d 取自布魯克林博物館官網。

多彩玲瓏球。（圖 3a）

鉛鋇矽酸鹽玻璃質地的壁、蜻蜓眼珠、劍飾等器物，在戰國中期至西漢廣泛出現在我國河南、湖南、四川、湖北等地，[5] 部分典型蜻蜓眼珠如圖 4 所示，樣品 a 和 b 出自湖北荊州楚墓，樣品 c 和 d 分別出自重慶開縣餘家壩和巴縣冬筍壩，e 和 f 出自湖北江陵九店。戰國時期，中國自製的另一種成分體系的玻璃製品，即鉀鈣矽酸鹽玻璃，在湖北省的襄陽團山（圖 5b）、襄陽陳坡（圖 5a）、江陵九店（圖 5c、5d、5e），江蘇無錫鴻山遺址（圖 5g、5h）、湖南澧縣新洲（圖 5f）、陝西西安市（圖 5i）等地有發現，[6] 器物包括玻璃蜻蜓眼珠、管、璜等。有些鉀鈣體系蜻蜓眼玻璃珠芯層爲富矽質層（可能爲石英砂），如圖 5e 樣品可能與西周（1046-771BC）至春秋時期的費昂斯（faience）在製作技術上存在一定聯繫。

玻璃器皿的傳入和本土自製玻璃器皿

自漢代開始至宋遼時期（202-1125），西方玻璃器皿開始通過絲綢之路傳入我國各地。[7] 根據其年代，可將這些域外玻璃劃分爲羅馬玻璃、薩珊玻璃和伊斯蘭玻璃等，典型器物如圖 6 至圖 9 所示。這些輸入的玻璃製品總體上均爲鈉鈣矽酸鹽玻璃，但原料配方不同。羅馬玻璃的主要助熔劑來自泡鹼，而薩珊玻璃和伊斯蘭玻

圖5　中國各地出土的戰國鉀鈣玻璃蜻蜓眼珠及璜、管　作者攝

圖4　中國出土典型戰國鉛鋇玻璃蜻蜓眼珠　a.、b. 湖北荊州楚墓　c. 重慶開縣餘家壩　d. 重慶巴縣冬筍壩　e.、f. 湖北江陵九店　作者攝

璃採用植物灰作爲主要助熔劑。輸入的早期玻璃器皿在製作技術也有所不同，主要包括鑄造法和吹製法。其中，通過綠洲和草原絲綢之路傳入的玻璃器皿，分布在新疆、陝西、山西、內蒙和河南等地，新疆是我國目前發現早期玻璃器皿最多的一個地區，這些玻璃器皿顯示了漢至唐代（202BC-907AD），新疆與中亞、西亞地區的貿易和文化交流是持續存在的。通過吸收外來玻璃製作技術，新疆工匠在西元四世紀之後也在當地自製玻璃器皿；通過海上絲綢之路傳入的玻璃器，分布在中國南方的廣西、廣東、江蘇和湖北等地，以玻璃杯較多，目前認爲分別是由印度和地中海地區傳入我國；由陸上絲綢之路傳入的器物如河南洛陽東郊東漢墓出土的羅馬玻璃長頸瓶，爲吹製法製作。隋唐時期（581-907），陝西西安何家村、西安清

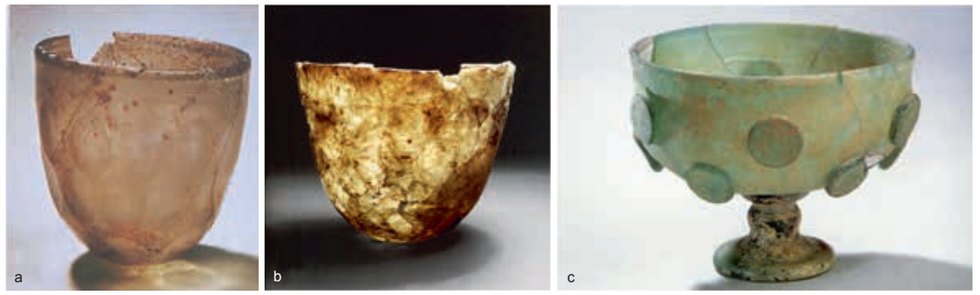


圖6　新疆發現的羅馬玻璃器（a、b）和薩珊玻璃器（c）　a. 東漢至東晉，且末紮滾魯克49號墓。　b. 漢晉時期，尉犁縣營盤9號墓。　c. 隋唐時期，庫車縣森木賽姆石窟。　Gan Fuxi, Robert H. Brill and Tian Shouyun, *Ancient Glass Research Along the Silk Road*, Singapore: World Scientific Publishing Col. Pte. Ltd., 2012, 60-61.

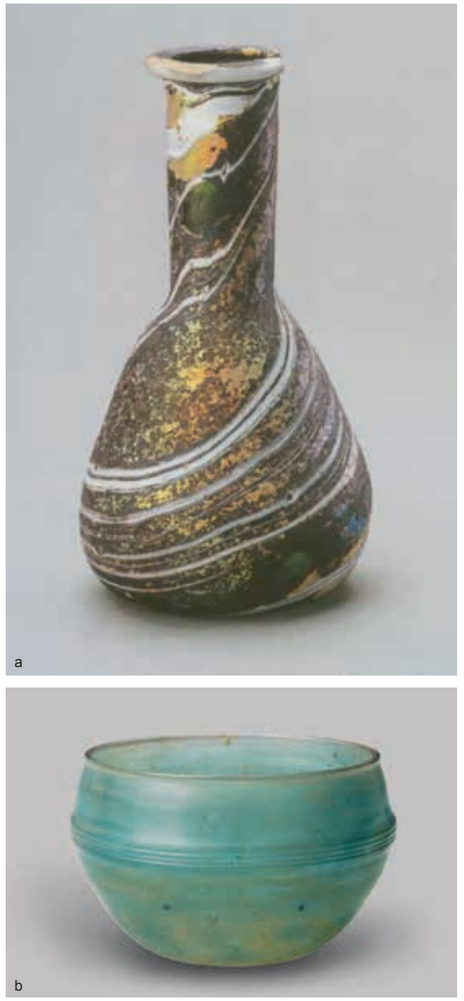


圖7　漢代傳入我國河南和廣西的玻璃器皿　a. 東漢，河南洛陽，羅馬玻璃瓶。　b. 西漢晚期，廣西合浦，鉀玻璃碗。　a 取自楊伯達主編，《中國金銀玻璃琺瑯器全集．第4卷．玻璃器》，石家莊：河北美術出版社，2004，頁29；b 為作者攝。

禪寺、法門寺地宮，河北定縣靜志寺等地，也都發現了由陸上絲綢之路傳入的伊斯蘭玻璃器皿；唐至遼金時期（618-1234）通過草原和海上絲綢之路傳入的伊斯蘭玻璃器多發現於佛塔和佛寺，與佛教的傳播存在密切聯繫。而與六朝時期（222-589）傳入中國各地玻璃器皿相似的羅馬或薩珊玻璃器皿在日本和朝鮮半島也有發現，反映出這一時期絲綢之路向東北亞地區的延伸。[8]

中國自製的玻璃器皿最早出現在西漢時期，如江蘇徐州北洞山漢墓出土的玻璃杯、河北滿城中山靖王墓出土的玻璃耳杯和碟，均爲鉛鋇玻璃。（圖 10）自隋至宋代，我國各地也發現了一定數量的國產玻璃器，主要使用氧化鉛作爲助熔劑。總體上，我國自製的玻璃器皿數量較少，主要採用鑄造法製作，用途多爲裝飾性器皿，在製作技術和功能上與西方傳入的玻璃器皿有較大差異。

印度——太平洋貿易玻璃珠和石質、金質等珠飾的傳入

西漢至唐宋時期通過絲綢之路傳入我國各地的單色玻璃珠數量較多。例如，自中亞、西亞、南亞傳入新疆、寧夏等地的採用錫基化合物作爲著色劑／乳濁劑的各類鈉鈣玻璃珠飾。[9] 而漢代通過海上絲綢之路自印度和東南亞傳入兩廣地區的一類典型珠飾是拉製法製作

圖8　六朝時期傳入中國的典型玻璃器皿（a、c、g、h、i：薩珊玻璃；b、d、e、f：羅馬玻璃）　a. 西晉，湖北鄂城五裡墩121號墓。　b. 東晉初年（不晚於322AD），南京象山7號墓。　c. 東晉，南京仙鶴觀6號墓。　d. 北魏，河北景縣封氏墓群。　e.、f. 北燕（不晚於415AD），遼寧北票縣馮素弗墓。　g. 西晉（265-316AD），北京華芳墓。　h. 北魏（386-534AD），山西大同南郊107號墓。　i. 北周，寧夏固原李賢墓。a、b、d、e、f、h、i取自《中國古代玻璃技術發展史》，頁156、152、154、153、226、158、158；c、g 為中國琉璃網李歇先生提供，參見南京市博物館，〈江蘇南京仙鶴觀東晉墓〉，《文物》，2001年3期，頁4-40；安家瑤，〈北周李賢墓出土的玻璃碗——薩珊玻璃器的發現與研究〉，《考古》，1986年2期，頁173-181。

的印度—太平洋玻璃珠。（圖 11）這類玻璃珠採用礦物來源鹼（Na_2O）作爲主要助熔劑，並且含有較高的的三氧化二鋁（Al_2O_3），可稱之爲礦物鹼鈉鋁玻璃。[10] 而我國漢代交州刺史部疆域內則採用拉製技術製作鉀矽酸鹽玻璃珠飾（圖 12），並用鑄造法製作這類玻璃的器皿。伴隨印度—太平洋玻璃珠輸入中國華南地區的還有水晶、紅玉髓、瑪瑙、綠柱石、石榴子石、琥珀、金等質地珠飾。[11]（圖 13、14）這些玻璃和石質珠飾爲探索相應時期絲綢之路上的中西方文化、技術和貿易交流，提供了豐富的實物資料。

中國仿製的海絲風格玻璃器

雙錐形珠是一類具有典型南亞風格的珠飾。雙錐形、六方雙錐形以及截角六方雙錐形是嶺南漢墓出土珠飾器型較爲常見的一類，數量較多，材質以紅玉髓、瑪瑙爲主，也有水晶、玻璃、金等不同材質。（圖 15）筆者認爲嶺南漢墓出土的製作精美、品質上乘的具有典型幾何形狀、材質爲紅玉髓、水晶、紫水晶、中等鈣鋁型鉀玻璃、混合鹼玻璃、鉀鉛玻璃等材質的雙錐形多面體珠飾均來自南亞。而部分紅玉髓珠飾製品在製作工藝、珠飾品質等方面明顯劣於其他

圖10　中國西漢自製的鉛鋇玻璃器皿　a. 西漢（128BC），江蘇徐州北洞山。　b. 西漢（113BC），河北滿城漢墓。　a 取自《中國古代玻璃技術發展史》，頁140。b 取自《中國金銀玻璃琺瑯器全集．第4卷．玻璃器》，頁29。

圖9　陝西扶風法門寺唐代地宮出土的伊斯蘭玻璃器皿　作者攝

圖11　約西元前1世紀至西元4世紀　印度—太平洋貿易玻璃珠　印度Pattanam出土　取自Abraham S A, “Glass beads and glass production in early South India: Contextualizing Indo-Pacific bead manufacture,” *Archaeological Research in Asia* 6 (2016): 4-15.

圖12　東漢　廣西合浦漢墓出土鉀矽酸鹽玻璃珠串飾　作者攝

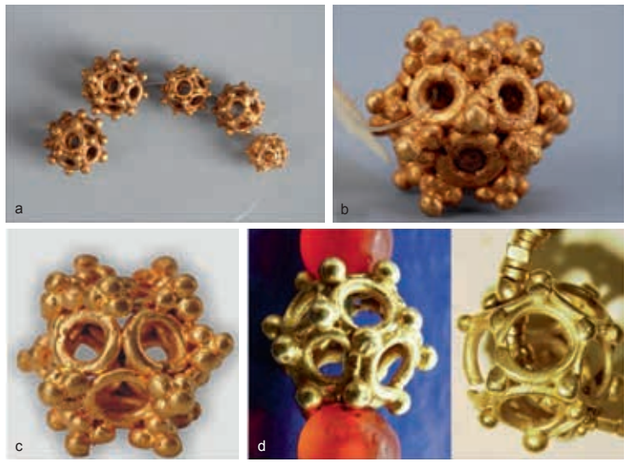


圖14　各地發現的古代鏤空多面體金珠　a. 東漢，廣西合浦九隻嶺6號墓。　b. 西漢晚期，廣西合浦北插江4號墓。　c. 東漢，湖南郴州南塔嶺。　d. 西元前4世紀至前2世紀，（左）泰國Khao Sam Kaeo遺址；（右）緬甸U Win Muang 私人收藏。a、b為作者攝；c取自《郴州文史網》http://wenshi.chenzhou.com.cn/6240.html，檢索日期：2017年5月15日；d取自A.T. N. Bennett, *Gold in early Southeast Asia*. *Archéosciences*, 2009, 33 (33): 100.

圖13　中國發現的漢代多面體水晶和綠柱石珠飾　a. 西漢晚期，水晶珠，廣西合浦凸鬼嶺13號墓。　b. 西漢中期，水晶珠，江西南昌海昏侯墓。　c. 東漢，水晶珠，湖南郴州永興縣。　d. 東漢早期，水晶和綠柱石珠飾，廣西合浦黃泥崗1號墓。　作者攝

製品，認爲是東南亞工匠利用南亞原料所仿製。值得注意的是，合浦和廣州均出土採用寶石學加工工藝用高鉛玻璃（圖15a）和鉛鋇玻璃（圖15b、15h）仿製寶石截角六方雙錐形珠飾，此種工藝先利用模鑄工藝將珠體製作出來，然後對其進行穿孔、打磨等冷加工程式，使其具有與寶石相似的形狀，達到仿製寶石的目的。中國嶺南的漢代珠飾既有直接的器物輸入，也存在本地工匠採用本地原料（如鉛鋇或高鉛玻璃）進行風格仿製，同時也存在技術上的交流，表明了外來文化與嶺南文化之間的相互交流、碰撞與融合，爲海上絲綢之路嶺南與東南亞、南亞、西亞以及地中海沿岸國家之間的貿易、技術、文化交流提供了確鑿實物證據。

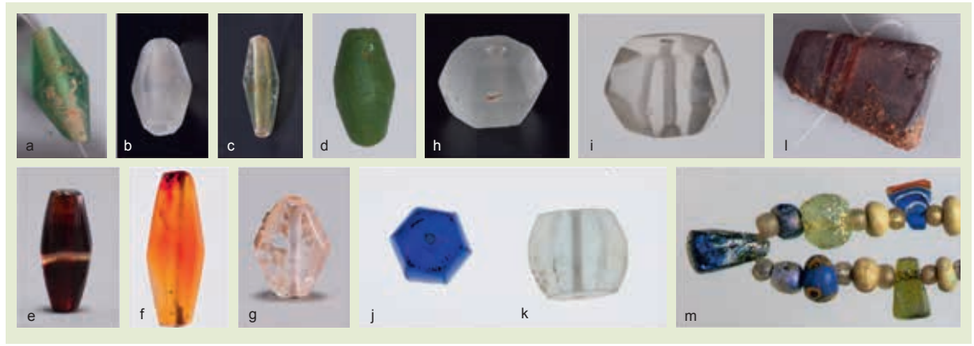


圖15　國產鉛（鋇）玻璃珠飾及海絲風格珠飾　a. 高鉛玻璃，合浦風門嶺東漢墓M10。　b. 鉛鋇玻璃，廣州花果山東漢墓M4。　c. 鉀玻璃，廣州2004BHM46。　d. 鉀鉛玻璃，廣州2006GG臼嶺M1。　e. 瑪瑙珠，廣州舊鑄管廠東漢墓M35。　f. 紅玉髓珠，廣州舊鑄管廠東漢墓M151。　g. 水晶珠，廣州2010GXZM23。　h. 鉛鋇玻璃珠，廣州東漢墓97HXNM1。　i. 水晶珠，廣州港尾港東漢墓M16。　j.、k. 鉀玻璃珠，廣州2006GG花果山M11。　l. 鉛鋇玻璃塔形印，合浦風門嶺東漢墓M10。　m. 1-3世紀，地中海出土塔形珠飾。　m取自*Glass beads in the world*, 29；餘為作者攝。
a-c、f、g：截角六方雙錐長珠，d、e：雙錐形珠，h-k：截角六方雙錐短珠。

結語

簡而言之，中國古代玻璃的科學研究一方面爲探索不同時期、不同路線絲綢之路上的中外文化、技術和貿易交流提供了可靠依據，反映了中國古代玻璃技術獨特的發展軌跡、外來器物及技術的客觀影響。同時，中國古代玻璃的研究對早期佛教在中國的發展傳播和美術史研究也具有重要參考價值。隨著考古發現和科學研究的不斷深入，定會進一步揭示出中國古代玻璃所蘊含的綜合價值，並促進對絲綢之路中外交流內在動因的研究。

李青會為中國科學院上海光學精密機械研究所研究員
董俊卿為中國科學院上海光學精密機械研究所助理研究員、中國科學院大學博士研究生

註釋

1. Qinghui Li, Song Liu, Hongxia Zhao, et al., “Characterization of some ancient glass beads unearthed from the Kizil reservoir and Wanquan cemeteries in Xinjiang, China,” *Archaeometry* 56, no. 4 (2014): 601-624.
2. Taniichi Takashi and Kudo Yoshiro, *Glass beads in the world*, Tokyo: Ribun Shuppan Co., Ltd., 2006, 8-29.
3. The Siberian Times Reporter, “ ‘Cleopatra's necklace’ found in a Siberian grave,” The Siberian Times, accessed February 1, 2013, http://siberiantimes.com/culture/others/features/cleopatras-necklace-found-in-a-siberian-grave/
4. Qinghui Li, Junchang Yang, Ling. Li, et al., “Identification of the man-made barium copper silicate pigments among some ancient Chinese artifacts through spectroscopic analysis,” *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 138 (2015): 609-616; F. X. Gan, et al., *Recent advances in the scientific research on ancient glass and glaze* (Singapore: World Scientific, 2016), 385-396; 付強，趙虹霞，董俊卿等，〈河南寶豐和新鄭出土矽酸鹽製品的無損分析研究〉，《光譜學與光譜分析》，34 卷 1 期（2014），頁 257-262。
5. Junqing Dong, Qinghui Li & Song Liu, “The native development of ancient Chinese glassmaking: a case study on some early lead–barium–silicate glasses using a portable XRF spectrometer,” *X-ray Spectrometry* 44, no.6 (2015): 458-467.
6. Song Liu, Qinghui Li & Fuxi Gan, “Chemical analyses of potash–lime silicate glass artifacts from the Warring States period in China,” *Spectroscopy Letters* 48, no. 4 (2015): 302-309.
7. 干福熹主編，《中國古代玻璃技術發展史》（上海：上海科學技術出版社，2016），頁 139-167。
8. Bettina Zorn and Alexandra Higner eds., *Glass along the Silk Road from 200 BC to AD 1000. RGZM–Tagungen* (Mainz: Verlag des Römisch–Germanischen Zentralmuseums, 2010), 9: 211-246.
9. Qinghui Li, Song Liu, Boming Su, et al., “Characterization of some tin-contained ancient glass beads found in China by means of SEM-EDS and Raman spectroscopy,” *Microscopy Research and Technique* 76, no. 2 (2013): 133-140.
10. Shinu Anna Abraham, “Glass beads and glass production in early South India: contextualizing Indo–Pacific bead manufacture,” *Archaeological Research in Asia* 6 (2016): 4-15.
11. 熊昭明，《漢代合浦港考古與海上絲綢之路》（北京：文物出版社，2015）。