

文物中的科學原理

以倒流壺為例

張志光

本院二樓「搏泥幻化——中國歷代陶器展」二〇一陳列室有一件特別的壺形器，桃實造型的壺身，桃枝般的把手與長流，卻沒有可供添加液體的壺口，這是一件怎麼樣的容器呢？



清〈五彩瓷龍鳳桃實壺〉，通體施高溫白釉，胎體細密，釉色潔白素淨。外觀造型像是一顆帶枝葉的蟠桃，有著長曲流與圈足，流與把狀似桃枝，各有桃葉數片夾抱桃實形的壺身。器身開光處外以黑釉為地，剔纏枝菊紋，腹部兩面開光繪吉祥

紋飾，一面畫鳳戲牡丹，一面畫魚躍龍門，圈足飾回文。（圖一）一般而言，大部份帶流及把的壺形器都是從壺口注入液體（圖二、三），並搭配壺蓋。清〈五彩瓷龍鳳桃實壺〉（圖四）特別的地方就是它沒有壺口，使用時需要倒過來從器底的注口加

注液體，液體順沿內管流入壺內。這種有內管且通常要倒著裝注液體——通常是酒，也可能是茶或水——的壺形器，習慣稱之為「倒流壺」（註一），然而這樣的壺形器卻隱藏著有趣的科學原理。

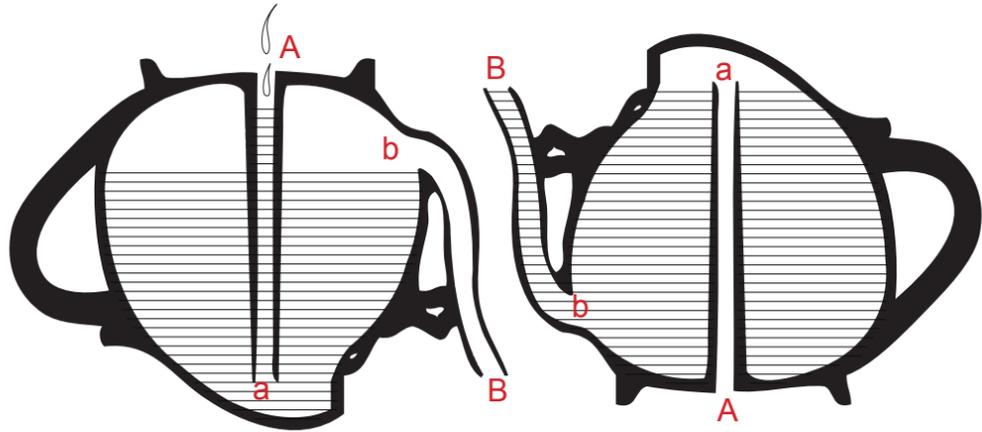


圖5 清 五彩瓷龍鳳桃實壺線繪圖 連培恩繪

連通管的每個管道容器液面必定在同一水平面上，而與容器的形狀、大小及粗細無關，稱為「連通管原理」。沒有隔瓣的倒流壺原理亦同。



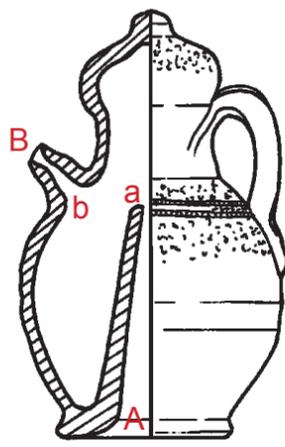
圖4 清 五彩瓷龍鳳桃實壺 底部之注口 國立故宮博物院藏



圖1 清 五彩瓷龍鳳桃實壺 國立故宮博物院藏



圖6 唐 白瓷倒流壺 鄭州市博物館藏 引自熙華國學堂網站與《文物》，2012年第3期，頁59。



倒流壺應用原理與使用方式

倒流壺是一種容器，主要的使用目的是盛裝液體，以及在需要這些液體的時候，將它倒出來。使用倒流壺時有三種狀態：加注液體、靜置等候使用與倒出液體，這些狀態涉及許多物理的現象與原理。例如：由高往低加注液體與倒出液體就與「地球引力」有關。又盛裝的液體靜置時與「流體靜力學」有關，在加注液體靜置一段時間後，液體會因為各方作用力產生靜力學平衡，容器中的靜止液體，和空氣接觸的



圖2 明 永樂 無款 甜白三繫茶壺 國立故宮博物院藏



圖3 清 雍正 珐瑯彩喜報雙安把壺 國立故宮博物院藏

液面，稱為「水平面」。倒流壺因為內管與隔瓣的裝置（註二），在壺內形成三個不同的管道空間：內管本身、壺內與內管之間、隔瓣分隔的空間，如同心臟的心房與心室一樣，這些空間有部分是相通的，應用的就是「連通管原理」的物理現象。當倒流壺正擺時，其內管和壺內與內管間形成包圍方式的連通管；當倒流壺倒置時，壺內與內管之間和隔瓣分隔的空間則形成附加方式的連通管。注入液體時，液體會由高往低處流。一旦停止注入液體，連通管內液體靜止時，受到大氣壓力的影響，

倒流壺透過內管與流做為液體進出的通道，一般以內管為液體入口，如圖五清〈五彩瓷龍鳳桃實壺〉線繪圖 A 部位；以流為液體出口，如圖五的 B 部位，將倒流壺倒置從 A 部位注入液體時，在容器內部的液體水平面會逐漸上升，當水平面高出 b 部位時，液體就會從 B 部位流出來，如果停止注入液體，將倒流壺擺正並靜置，則水平面未超過 a 部位與 B 部位，這時候液體不會從流或內管流出與溢出。當倒流壺朝流的方向傾斜，液體就會從 B 部位流出。

唐〈白瓷倒流壺〉注入液體時需要多一點技巧（圖六），因為它的流的位置比較接近壺器身的上半部，倒置時流的出口接近下端，液體容易滿過 b 部位而泄出，無法裝太多的液體。如果先將流口堵住，則可以多裝一些液體。

另外，注入液體的方式可選擇將整個倒流壺浸入液體中，藉由壺外液體的壓力與壺內空氣的浮力，在排出空氣的同時，液體也透過流嘴或底部喇叭口經內管流入壺內，等到壺內空氣與壺內液體壓力平衡時，液體就不會再流入壺內。

五代〈耀州窯青釉提梁倒流壺〉（圖

附表 倒流壺器型分類

	流的位置在壺的上半部	流的位置在壺的下半部
無隔瓣	 <p>第一式 唐 白瓷倒流壺 鄭州市博物館藏</p>	 <p>第三式 清 五彩瓷龍鳳桃實壺 國立故宮博物院藏</p>
有隔瓣	 <p>第二式 五代 耀州窯 青釉提梁倒流壺 耀州窯博物館藏</p>	<p>第四式 未發現實例</p>

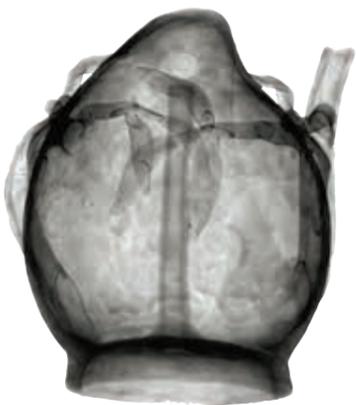


圖10 清 五彩瓷龍鳳桃實壺 X光透視影像之二 陳東和、黃千奇攝



圖9 清 五彩瓷龍鳳桃實壺 X光透視影像之一 陳東和、黃千奇攝

使用與作用原理與「連通管原理」有關，同時涉及「地球引力」與「流體力學」等物理原理。令人佩服這些古代陶工雖然未必知道這些物理原理，但仍憑藉工藝技術與經驗製作出如此神奇的倒流壺。

本文在倒流壺的構造與分類上發現，倒流壺的構造外觀雖是壺形器的一種，但

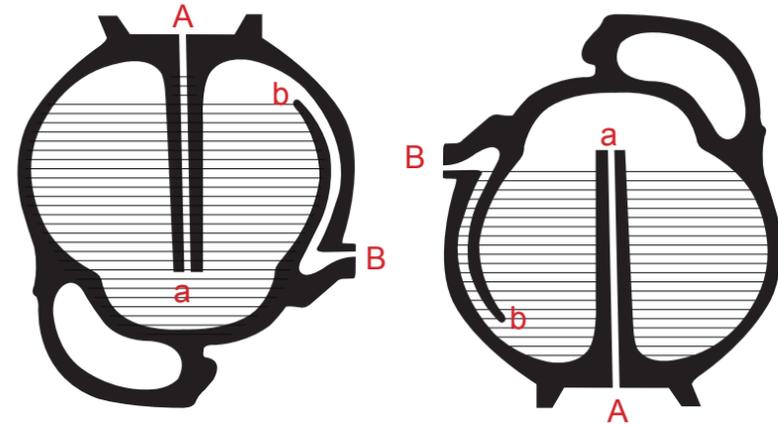


圖8 有隔瓣的倒流壺原理示意圖 引自熙華國學堂網站 連培恩重繪



圖7 五代 耀州窯青釉提梁倒流壺 陝西歷史博物館藏 作者攝

倒流壺的構造與分類

歷史上被稱為「壺」的器物在不同時代與不同材質有不同造型和功能，唐代以後的壺形器結構大致分成：流、壺身、把（鑿、柄）或提梁。倒流壺構造與一般壺形器有三個不同處：沒有壺口、有內管與壺底相通、部分有隔瓣的構造。有沒有壺口很容易從外觀判別，但是壺的內部有沒有內管或隔瓣，就必須借助 X 光透視攝影才能進行非破壞性的觀察。透過清（五彩瓷龍鳳桃實壺）的 X 光透視影像（圖九、十），可清楚看見壺的中間有一個中空的內管，但是靠近流的位置沒有隔瓣。

筆者從「有沒有隔瓣」與「流的位置」，推測倒流壺可能有四種型式，如附表所示。除了第四式「有隔瓣、流的位置在壺的下

結語

清（五彩瓷龍鳳桃實壺）是一件充滿吉祥寓意的倒流壺，因為特殊的內管與隔瓣構造，有著與正常壺形器不同的使用方式，也隱藏著有趣的科學原理。倒流壺的

（七）內部具有隔瓣裝置，如圖八的 b 與 B 之間，有一個類似心臟瓣膜之構造，其作用應該是倒置注入液體時，能阻擋液體直接從近壺頂端的流口處流出。已知目前出土的倒流壺大部分都是沒有隔瓣，實際上沒有隔瓣也不會影響倒流壺的功能，很可能因為陶工考慮製作難度與時間的成本，因此精簡設計。

半部」目前未找到實例之外，其餘三式均有實際文物參照。第一式以鄭州市博物館藏唐（白瓷倒流壺）為例，無隔瓣、流的位置在壺的上半部。由於流較接近壺頂，當倒置注入液體時，如果未將流嘴堵住，能裝入的液體不多。第二式如耀州窯博物館藏五代（耀州窯青釉提梁倒流壺），有隔瓣、流的位置也在壺的上半部，因為有隔瓣，所以能裝的液體較多。第三式以院藏清（五彩瓷龍鳳桃實壺）為例，無隔瓣、流的位置在壺的下半部。這一式目前發現頗多，雖然沒有隔瓣，但是因為流的位置接近壺底，當倒置時，流的出口變成在頂端，液體較不易泄出，可裝較多的液體。雖然目前發現只有第二式有隔瓣裝置，但是實際上無隔瓣並不影響倒流壺的功能。因為在倒裝液體時，只要用手先堵住流嘴，液體便暫時無法流出，影響倒流壺能裝多少液體，主要與內管長短與流的位置高低有關。

註釋

1. 馮先銘，《中國古陶瓷圖典》，北京：文物出版社，一九九八。
2. 杜文，《倒裝壺源流考述》，《收藏家》二〇〇五年第十一期，頁四十一—四四。
3. 耿寶昌，《明清瓷器鑒定》，北京：紫禁城出版社，二〇〇六。
4. 陳盡忠、李萍，《結構獨特的唐代白瓷執壺》，《文物》二〇一二年第三期，頁五九。
5. 熙華國學堂，網址：http://www.xghxt.com/html/View_8159.html，檢索日期：二〇一四年五月三十日。

本文感謝匿名審查委員提供的寶貴意見，在此謹申謝忱。
作者任職於本院器物處