

生活與工藝 · Life and Crafts

揭開一頁工藝材料科學新篇章

以高遠紅外線為訴求的複合材料茶具組產品開發

Unveil a New Chapter in the Science of Craft materials: Development of Far infrared (FIR) Tea Set Made of Composite Materials

研究／沈俊良 Shen Jyung-lyang (國立臺灣工藝研究發展中心鶯歌多媒材研發分館副研究員)

採訪整理／杜文田 Du Wen-tien · 圖／國立臺灣工藝研究發展中心 NTCRI · 杜文田



陶瓷工藝材料科學的新嘗試

位於陶瓷產業重鎮鶯歌的國立臺灣工藝研究發展中心鶯歌多媒材研發分館（以下簡稱鶯歌分館），前身為陶瓷技術輔導中心，組織轉型後著力於各類工藝材料的研究分析、創新應用與研發。館內設有化學與物理實驗室，配備精密儀器多達三十餘種，除了提供工商界在產品開發與品管的產業材料之分析和諮詢服務，館內研究人員也秉持科學研究的專精，充分運用資源以求客觀事實與知識上的突破，用實驗證明與數據來捕捉生活中抽象元素如遠紅外線的存在及其應用，以精進美好生活的實用器皿為標的，拓展工藝新境界。

遠紅外線的波長較長、能量較低、傳遞效能好，已研發並使用於輔助醫療器材上，許多陶瓷業者也希望能將遠紅外線的優點附加於產品上，提供大眾品茶生活更多的選擇。坊間最常聽見的效能之一是「能改變水質，使水更好喝」，姑且不論遠紅外線放射是否影響水的口感（畢竟口感屬於主觀感受而較難標準化），如何在陶瓷器皿中使其具有高遠紅外線放射的效能，又具有穩定量產普及的特性，實屬挑戰。兩年前，鶯歌分館副研究員沈俊良秉持科學的思維與作法，開始重新檢視瓷土與碳的特性，並從實驗中得出具體的研究成果，對於陶瓷媒材的開發多所助益。

實驗紀實與檢測結果

沈俊良分析道：「根據文獻，以容器常用材料而言，遠紅外線放射率由高到低依序為陶瓷>玻璃>金屬；而碳的平均遠紅外線放射率比大部分的陶瓷高，^(註1)然而單獨的碳物質並不易成形。因此若能將瓷土與熱處理過的活性碳結合，使兩者比例在最佳條件下提供高遠紅外線放射率，則高遠紅外線材料有利於提高輸入能轉換成輻射能的效率，^(註2)理論上對於水及微量分子團結構會更容易產生共振改質的效果，使熱能回饋於茶湯或水的效能更佳。」

實驗過程中，先製作試片，測試以26號日本瓷土粉添加不同比例的活性碳、水以及水玻璃，採用行星式研磨機（Fritsch Pulverisette）研磨，形成泥漿注入石膏模具中，讓試片成形及乾燥；再將試片掩埋入匣鉢的碳粉中，分別以1200°C與1220°C來燒結。^(註3)

此實驗的控制參數為：研磨方式、含碳量與溫度三者。首先為達均質混合的泥漿，且克服瓷與碳難結合燒結問題，需控制原料研磨後的粒徑粗細盡量均勻一致，在此使用雷射粒徑分析儀（Malvern 2000A）來測試，取得泥漿粒徑分布圖來衡量判定合適的粒徑大小。其次，瓷土燒結完會形成緻密表面，但碳會妨礙瓷土的



$$\frac{1}{3} \frac{2}{3}$$

- 1 使用26號土添加5%活性碳於1220°C埋碳燒結，其吸水率小於5%，遠紅外放射率高達0.94的茶具。
- 2 注漿成形後的茶壺坯體準備埋入碳粉匣鉢中
- 3 行星式研磨機

燒結，無法與瓷結合，過程中得倚靠瓷土燒結的收縮力道來結合碳，分散的碳粒會在坯體內部以及表面形成孔隙。因此，含碳量的多寡將影響燒結後孔隙大小與吸水率控制，經實驗檢測試片表面孔隙直徑分布介於1.56到9.00um之間的吸水率，當碳添加比例增高，吸水率隨之增高，表示滲水性提高。最後，檢測所有試片之遠紅外線放射率（Hotech EMS-302M）。實驗證明，26號瓷土在未添加碳的狀態下，遠紅外線放射率與燒結溫度成正比，當活性碳添加量達5%，即可大幅提升遠紅外線放射率。

註釋

註1 沈俊良指出：「瓷土於1200°C燒成後形成之主要晶相為石英、莫萊石以及玻璃相，其中莫萊石、玻璃相、石英之遠紅外線放射率分別為>0.90、0.76~0.94、0.75~0.85，故由瓷土燒成之瓷器平均遠紅外線放射率應低於0.90。當燒結溫度升高時，石英相會消耗減少，形成更多的莫萊石以及玻璃相，導致遠紅外線放射率增加。而「碳」有結晶型碳，如鑽石、石墨，以及無定型碳，如木炭、烟墨、骨碳、煤、焦炭。碳具有多孔性、易吸收熱能與極高釋放遠紅外線的能力。」文獻參考：W.D.Kingery, H.K.Bowen, D.R.Uhlmann, *Introduction to Ceramics, Second Edition*, 1976, p.300；任卫等編著，《紅外陶瓷》，武漢工業大學出版社，頁170；Bacto Laboratories Pty Ltd © 2005 IR Thermometers & Emissivity Tables, www.bacto.com.au；王箴主編，《英漢化工大辭典》，北京：化學工業出版社，頁146。

註2 任卫等編著，《紅外陶瓷》，武漢工業大學出版社，頁11。

註3 將26號日本瓷土粉分別添加0%、5%、10%、15%、20%的活性碳、水以及水玻璃，採用行星式研磨機以300 rpm研磨1小時，使研磨後所有原料最大粒徑控制於30um以下，然後取適當濃度的泥漿注入石膏模具中成形，製作試片；再將試片掩埋入匣鉢的碳粉中，分別以1200°C與1220°C來燒結。