科学通报 2016 年 第 61 卷 第 18 期：1975 ~ 1977
观 点
《中国科学》杂志社
SCIENCE CHINA PRESS

“紫砂本不语，科学自有声”——科学解读宜兴紫砂壶

千人计划专家联谊会青年千人专家委员会，宜兴市陶瓷行业协会

“开门七件事，柴米油盐酱醋茶”. 在中国茶文化中，沏出浓香纯厚的好茶，不仅需要精选的茶叶，还需要使用讲究的茶具. 紫砂壶则是公认的冲泡茶水最好的容器，而制作紫砂壶最好的地方为江苏宜兴. 墨客骚人在用典雅的紫砂壶泡茶品饮时，是“几案有一具，生人闲远之思”，已然超越饮茶本身. 既然在文人雅客眼中的紫砂古朴纯厚，不媚不俗，在科技如此发达的当下，我们何不借以各类先进的仪器再从科学角度一探紫砂壶的独特之处呢?

2016 年 5 月千人计划专家联谊会青年千人专家委员会联合宜兴市陶瓷行业协会，对宜兴紫砂壶做出了科学细致的定量研究. 几位青年千人专家代表，重庆大学刘雳宇教授、中国科学院物理研究所金魁研究员、北京航空航天大学杨树斌教授和中国科学院微生物研究所傅钰研究员课题组分别进行了微观形貌表征，并对热扩散系数、元素浸出、抑菌性做了测量，通过定量化参数来科学解读紫砂壶提携不烫手、泡茶不走味、贮茶不变色、盛暑不易馊的真正原因.

研究人员用扫描电子显微镜(简称扫描电镜或 SEM)对所收集的三种紫砂陶片(图 1)微观形貌进行了表征. 在扫描电镜下，三种样品均呈现多孔结构，这种独特的结构使得紫砂器具有良好的透气性，从而使紫砂壶沏茶不失原味，且香气四溢而不涣散，得茶之真味真香. 通过德国 Linseis LFA1000 激光导热仪测量样品的热扩散系数，发现随着温度的增加，所有样品的热扩散系数却是逐渐降低，因此紫砂壶在注入沸水时不会炸裂，注入沸水后提携抚拿而不烫手.

研究人员还利用电感耦合等离子光谱发生仪(Inductive Coupled Plasma Emission Spectrometer)测量了紫砂茶杯浸泡过的超纯水中矿物元素含量(图1(d), (e)所示). 与玻璃试剂瓶相比，紫砂茶杯浸泡后有钙(Ca)、钾(K)、镁(Mg)、钠(Na)、

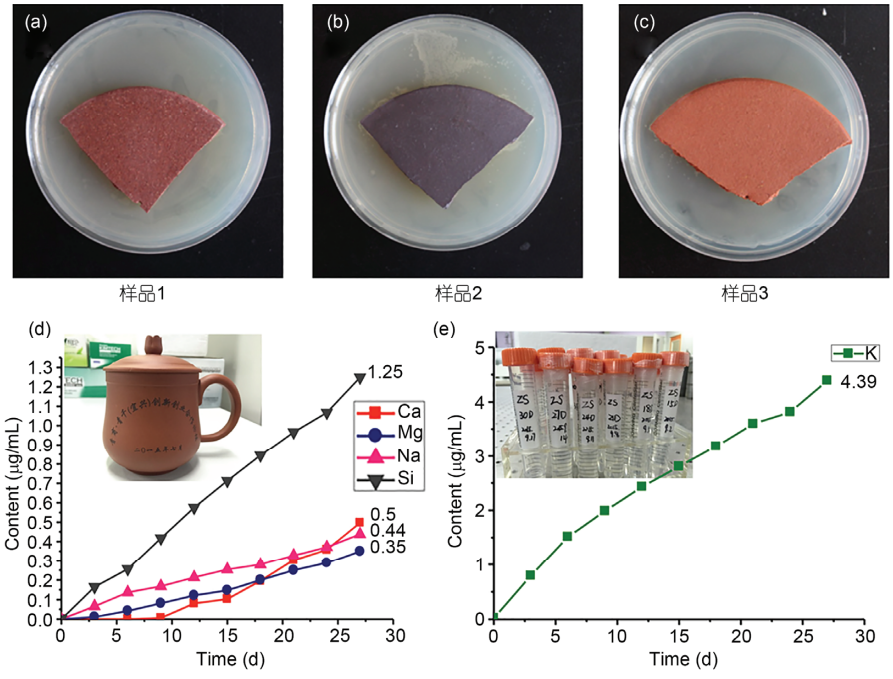


图 1 (a)~(c) 3 种样品分别为不同紫砂陶原料制成的前体; (d) 钠、镁、钙、硅含量的时间变化曲线，左上小图为实验所用紫砂茶杯; (e) 钾元素含量的时间变化曲线，左上小图为实验样本. 实验所测试的紫砂陶片样品

Figure 1 Zisha pottery samples (a)–(c) Three kinds of Zisha pottery made by different clay; (d) Plot of the distribution of Na, Mg, Ca and Si depending on Soaking time, the upper inset shows the teapot used in the experiment; (e) Plot of the distribution of K depending on soaking time, the upper inset shows the samples.

© 2016《中国科学》杂志社

硅(Si)5 种矿物元素浸出, 与市面上销售的矿泉水成分类似, 可见紫砂壶可以一定程度上改变水质, 提升水中矿物质含量. 众所周知, 紫砂制品主要成分赤铁矿中铁、锰含量较高, 但是在试验中没有发现铁锰离子的浸出, 这可能因为铁、锰化合物在常温常压条件下很稳定, 难以通过浸泡的方式以离子形式游离. 同时实验发现即使是经过了 27 天的浸泡, 也未在紫砂制品所盛的水中检测出对人体健康有害的重金属元素, 如镉(Cd)、汞(Hg)、银(Ag)、铜(Cu)、钡(Ba)、铅(Pb)等. 这表明用紫砂制品泡茶, 并不会因紫砂本身产生重金属污染.

对于紫砂壶的抑菌性, 研究人员也做了一些探讨. 实验结果显示紫砂陶片对水的酸碱性改变不大, 因此不能通过大幅改变水的酸碱性来抑制某些细菌的生长. 采用大肠杆菌(DH5α)菌株, 浸泡过紫砂陶的蒸馏水(浸泡 24 h)及紫砂陶片本身都没有形成抑菌圈, 这些实验结果暗示紫砂壶沏茶后茶水不馊可能并不是由于紫砂本身含有杀菌或者抑菌的物质, 而是得益于紫砂壶特殊的材质和自身结构. 扫描电镜的结果证明紫砂为多孔性材质, 气孔细微并且密度高, 因此具有很好的透气性, 此种结构有助于保证壶水中的氧分子浓度维持在一个较高的范围, 不利于厌氧微生物的活动. 另外, 紫砂壶口盖设计精巧, 壶盖与口之间“缝无纸发之隙”; 紫砂壶通常嘴小, 且壶嘴流出口成一定斜角, 大大降低了空气中微生物进入壶中的机会, 加之倒入壶中的水为杀死微生物的沸水, 因此微生物在壶内发酵的机会大大降低, 所以成就了紫砂壶泡香茗“盛暑越宿不馊”、“不夺茶味”的美誉.

此次研究通过科学测量来解读紫砂, 揭示了紫砂壶众多优良特性的科学缘由, 也打破了之前公众及媒体宣传中对紫砂制品的多种误解. 紫砂壶不仅代表了一种文化, 其完美的结构设计巧妙合理又增添壶型之美, 高精度的制作工艺体现了制陶者的智慧, 也展示了深刻的科学性, 可谓巧夺天工.

推荐阅读文献

1 Zi T. Zisha in China (in Chinese). Beijing: Current Affairs Press, 2014 [紫檀. 中国紫砂. 北京: 时事出版社, 2014]

2 Lin X L. Yixing Zisha in literature (in Chinese). Jiangsu Ceram, 2012, 45: 22 [林小龙. 文学中的宜兴紫砂壶探微. 江苏陶瓷, 2012, 45: 22]

3 Zhou Q D. Preliminary study of the characteristics and cultural implication of Zisha teapot (in Chinese). China Ceram Ind, 2008, 15: 46–47 [周琴娣. 浅谈紫砂壶艺的特点及其文化内涵. 中国陶瓷工业, 2008, 15: 46–47]

4 Ma Z Y. The characteristics of Yixing Zisha: materials, technology, function and artistic value (in Chinese). Ceram Sci Art, 2008, 15: 46–47 [马志远. 也论紫砂陶的特性: 基于原料、工艺、功能和艺术价值. 陶瓷科学与艺术, 2008, 15: 46–47]

5 Jiang A S. Study on Zisha (in Chinese). China Ceram, 1992, 126: 47–48 [蒋敖生. 试论紫砂. 中国陶瓷, 1992, 126: 47–48]

6 Jiang X, Wu J, Zhang M L, et al. The characteristics of Yixing Zisha clay (in Chinese). Jiangsu Ceram, 2011, 44: 20–25 [江夏, 吴隽, 张茂林, 等. 宜兴紫砂泥性能研究. 江苏陶瓷, 2011, 44: 20–25]

7 Zhao J. Treatise on Tea (in Chinese). Beijing: Zhonghua Book Company, 2013 [赵佶. 中华生活经典: 大观茶论. 北京: 中华书局, 2013]

8 Ye X Y. The study of distribution of trace element in water (in Chinese). J Southw Univ Natl, 1988, 3: 65–73 [叶希尧. 水中部分微量元素分布规律的研究. 西南民族学院学报, 1988, 3: 65–73]

9 Han R J, Ye L G, He P F, et al. Technological features and microstructure of Yixing teapot (in Chinese). Silicate, 1981, 4: 26–35 [韩人杰, 叶龙耕, 贺盘发, 等. 宜兴紫砂陶的生产工艺特点和显微结构. 硅酸盐, 1981, 4: 26–35]

Decipher the science in Yixing purple-clay

Young Professionals Committee, Association of Thousand Talents Program, Yixing Ceramic Association

The long standing and well established Chinese tea culture creates intricate aesthetics on both substantial and spiritual aspects, where tea sets definitely serve as an important carrier. Purple-clay teapot from Yixing is recognized as one of the best of tea sets. What are the unique characteristics and the underlying science of the highly praised Yixing purple-clay? Taking the advantage of advanced technologies, we investigated purple-clay teapots from the scientific perspective, including the micro-morphology, thermal diffusivity, trace elements, bacterial inhibition, etc. As discovered by experiments, the special micro-porous structures of purple-clay teapots ensure the excellent air permeability; the typical thermal property enables the temperature preservation of tea; the characteristic materials of purple-clay enrich trace elements in water, leading to improvement of the quality of water to some extent; in addition, the distinctive design of purple-clay teapot effectively depress the entrance of micro species, resulting in the highly reduced fermentation of microorganisms. The immaculate design and the unique composition of Yixing purple-clay teapots not only enable them to benefit the taste and healthiness of tea, but also endow them infinite art enchantments.

purple-clay teapots, thermal diffusivity, trace elements, bacterial inhibition

doi: 10.1360/N972016-00595