



“出淤泥而不染，濯清涟而不妖”。一池碧绿的莲叶随风起舞，几支高昂的红莲含苞待放，在蓝天白云青山绿水的映衬中，宛如一幅天然的泼墨山水画。莲属 (*Nelumbo Adans*) 植物现存有一种：莲，又称荷花，古称芙蓉，拉丁学名为 *Nelumbo nucifera*。当然，分类学家还在争论是否可以将其划分为两个种 摄影 / 李莹

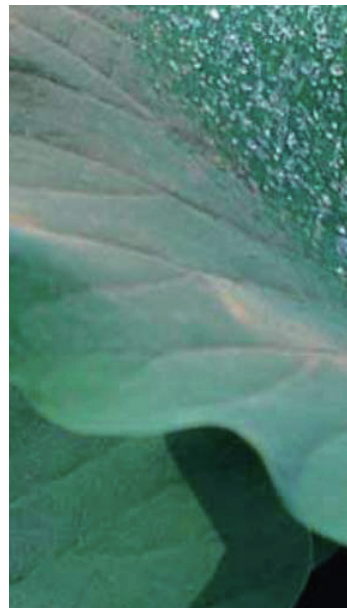
撰文 李莹

仿生的故事

——出淤泥而不染的莲叶效应



中国的泼墨水彩渲染了莲的高贵和文雅，古代的诗词记述了文人墨客与莲的渊源。在文学家的仰慕中，荷花代表高雅和圣洁，由此吟诵出多少赞美荷花的诗词歌赋。北宋学者周敦颐，酷爱雅丽端庄、清幽玉洁的荷花。他修建池塘种莲，取名为爱莲池。他在莲池畔朗诵《爱莲说》，其中的名句永世流传：予独爱莲之出淤泥而不染，濯清涟而不妖，中通外直，不蔓不枝，香远益清，亭亭净植，可远观而不可亵玩焉。明代《群芳谱》中对荷花称颂道：有凡物先华而后实，独此华实齐生。百节疏通，万窍玲珑，亭亭物华，出于淤泥而不染，花中之君子也



莲是多年生的水生草本植物，它的根茎横生在池塘、湖泊或河流的淤泥中。莲叶自水中生出，绵延数里，碧波荡漾。红色或黄色的莲花亭亭玉立于千绿之中；从含羞带娇待放的花蕾，到落落大方盛开的花朵，无不显露着纯洁清雅的气质和丰满高贵的仪态；透过层层开放的花瓣，微露出深藏其中的淡绿色的小莲蓬，孕育着下一代的无限生机。

当今科学技术界对莲的关注却多在“莲叶效应”(Lotus Effect)上。碧绿莲叶的表面几乎不会粘附水滴或者污垢，这就是古人所说的出淤泥而不染。莲叶效应就是莲具有自洁作用。1997年，莲叶效应的发现者，德国波恩植物多样性研究所的威廉·巴斯洛特教授采用扫描电子显微镜观察莲叶，发现莲



佛祖身下的莲花座仿佛告诉我们宗教与莲之间悠久的亲密关系。莲花被宗教界视为美好、纯洁和神圣的象征。在寺庙里，我们可以看到墙壁、藻井、栏杆等处有优美的莲花雕刻造型，在神账、桌围、香袋、拜垫等物品上有精美的莲花刺绣图案。图为犀角莲花座

叶粗糙的表面具有超疏水性和自洁的特性。在下雨或浇灌时，落在莲叶表面上的水滴有如水银一般保持圆润的水珠状，像一颗颗晶莹透亮的珍珠，在叶子上滚动，把叶面上的细小灰尘粘附在身，随着水珠的滑落，灰尘也随之而去，结果莲叶总是保持叶片的干燥和清洁。除了莲以外，还有许多植物，例如卷



莲叶表面的水珠



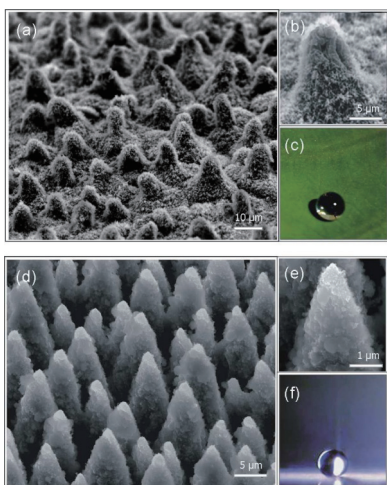
威廉·巴斯洛特教授



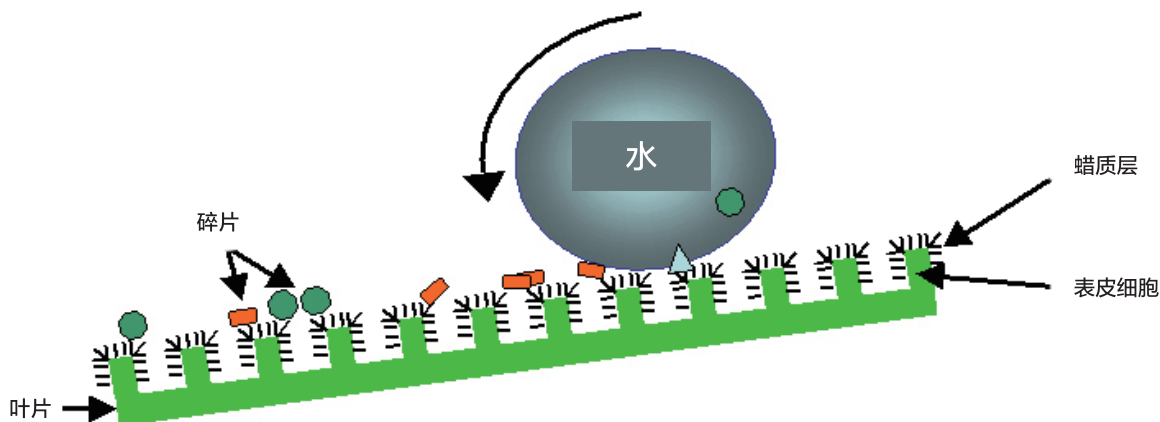
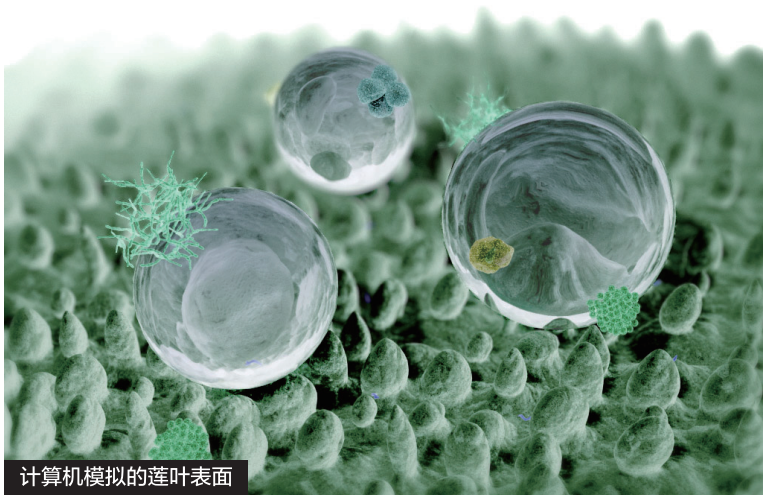
心菜、芦苇、旱金莲和郁金香的叶片也具有相同功能。

在扫描电子显微镜下，我们可以看到在莲叶表皮细胞的表面有蜡质乳突。这些乳突是由无数纳米级小颗粒所构成的。由于水珠在莲叶表面的接触角很大，超过 110° ，而滑动角小于 20° ，位于莲叶与空气间的界面张力就很低，这就使得水珠只接触叶子表面上的几个点，而不会润湿莲叶的表面。因此，被水滴粘附的灰尘颗粒等异物也就不容易粘附在叶子表面。叶面稍有倾斜，水珠就会从叶面滚落，同时将其所粘附的灰尘等一起带走，留下干净的叶片。除了植物，有些昆虫的翅膀，例如蝴蝶和蜻蜓的翅膀也具有类似功能。

人类认识到莲叶的自洁现象，掌握了莲叶效应的原理，将莲叶表面的微观层次和纳米层次的结构，及其蜡质防水性

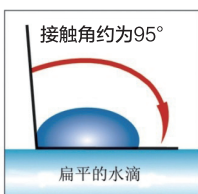


a. 莲叶表面的扫描电子显微镜图像。叶表面具有自洁的双重结构，包括微观（细胞）和纳米结构（蜡晶）以达到最小接触面积。b. 高分辨率层次结构图，微小的蜡质颗粒和茸毛。c. 莲叶表面一滴近似球形的水珠。d. 人造激光结构硅烷化硅表面的扫描电镜图像。e. 更高倍放大的高分辨率图像。f. 该结构表面的一滴水。

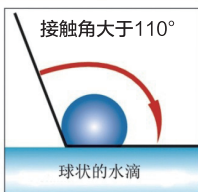


水滴和莲叶表面相互作用的示意图





许多植物叶子表面易聚集水分和灰尘颗粒。



莲叶表面具有超疏水性，并易于防污除垢。

不具备疏水性的叶片与莲叶的比较

仿生学 (Bionics) 一词是由“生物学 (Biology)”和“技术 (Technic)”两个词组成的，由美国的斯蒂尔于1958年首次提出。自然界中的生物经历了数十亿年的漫长演化过程，在自然选择的压力下，生物自身发展出适应自然条件变化的特殊结构和功能。这些结构和功能经过长期的筛选、发展和优化，具有极高的效能。仿生学是研究和模仿自然界中生物体的结构、功能和生活方式的一门系统科学，将生物的结构、功能和行为应用于现代工程系统和技术设计中，解决人类所遇到的科学技术问题。仿生不是对自然模型的简单复制，而是对大自然中生物的理解、升华和具有创新价值的“重塑”。国际上预测仿生技术将成为未来人类开创美好新世界的八大科技之一。美国生物力学创始人温赖特认为，仿生学将与分子生物学相结合，并取代分子生物技术，成为21世纪最具挑战性和重要性的生物科技。仿生学技术在未来发展中，将不再是人类“征服”自然的武器，而是引领人类“重返”自然的工具和途径。

应用于工业技术领域，以保持人类生存环境的洁净。例如，1998年发明的莲花王硅树脂外墙涂料，就是成功应用莲叶效应的例子。这种涂料用在建筑物的外牆面上，当降雨的时候，外牆面依然能够保持干燥和清洁。■

(责编 桑新华)

