

## 有趣的仿生

自然界中的生命，通过近四十多亿年的进化完成了智能操纵的所有过程，向自然学习是智能新材料发展永恒的主题。人类对自然的模仿可分为对宏观结构、微观结构和分子结构的模拟。从鸟类飞行这一特异功能受到启发，到试图模仿鸟类飞行，直至最后造出了飞机，并且其速度、高度和续航能力大大超过鸟类，这一宏观结构的模拟过程体现了源于自然、模拟自然，并最终超越自然的仿生智能化的整个过程。对材料的分子及原子结构的模拟则属于分子层次的模拟。例如，近年来受到人们广泛关注的生物芯片技术，则属于此类模拟。在这里，我们重点介绍生命体的微观结构，包括微米结构和纳米结构，以及由此产生的优异性能。

### 1 特殊的表面性能

生物体中特殊的微米结构、纳米结构可赋予其特殊的表面性能（图 1-1）。例如自然界中某些植物叶（典型代表为荷叶）及昆虫翅膀（如蝉、蜻蜓、蝴蝶翅膀等）表面的自清洁性，就是由于它们表面特殊的微观结构，从而导致水滴不能浸润而达到超疏水性引起的。还有一些生物体所具有的特异功能，如水黽能够在水上行走；壁虎、蜘蛛、苍蝇等能够牢牢吸附于平滑的墙壁、玻璃，甚至能够倒贴在天花板上等，也都与它们表面的特殊微观结构密切相关。



(a) 荷叶表面的易清洁性

(b) 水黽在水面站立的状态

(c) 壁虎脚的高黏附力

图 1-1 具有特殊表面性能的生物体

又如，鲨鱼之所以能在水中快速前进，秘密就在于它的皮肤表面排列有序的微小鳞状突起见图 1-2 (a)、(b)，这些突起在水中具有整流效果，可以减小水的阻力。仿照鲨鱼皮的这种结构，可以在飞机上进行涂层如图 1-2 (d)，使飞机阻力减小，节约燃料。另外，给舰船穿上“鲨鱼皮”，能够克服附着在船体上的海洋生物造成的阻力，提高船的行驶速度，从而大大节省能源消耗。近年来，新型“鲨鱼皮”式游泳衣如图 1-2 (c) 也备受人们青睐。

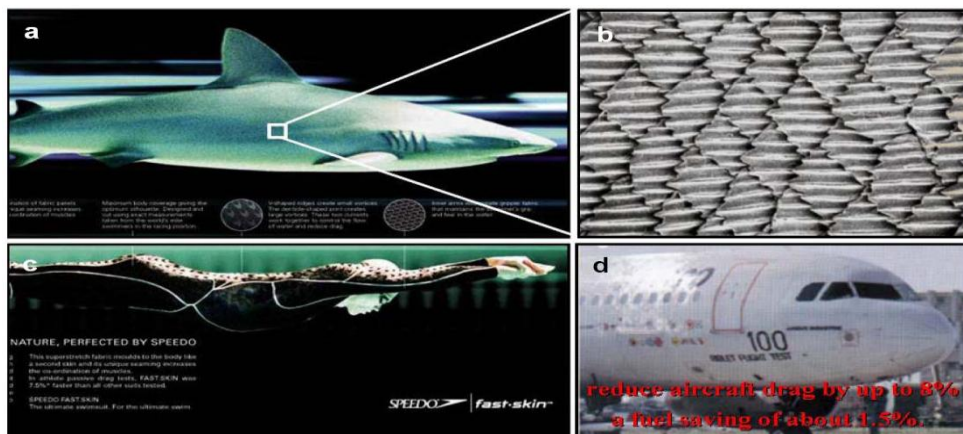


图 1-2 鲨鱼皮特殊的表面性能及其仿生应用

### 2 生物体的结构颜色

自然界中的生物拥有各种各样的颜色，这些颜色都是漫长的生物进化的产物。从显色原理来看一般可分化学色和物理色（结构色）。化学色一般指通过生物体内所含有的色素对

光的吸收所引起的颜色。结构色是光在生物体的亚微米结构中的反射、散射、干涉或衍射所形成的颜色。孔雀羽毛、蝴蝶翅膀、天然蛋白石、珍珠等就具有结构色（图 1-2）。

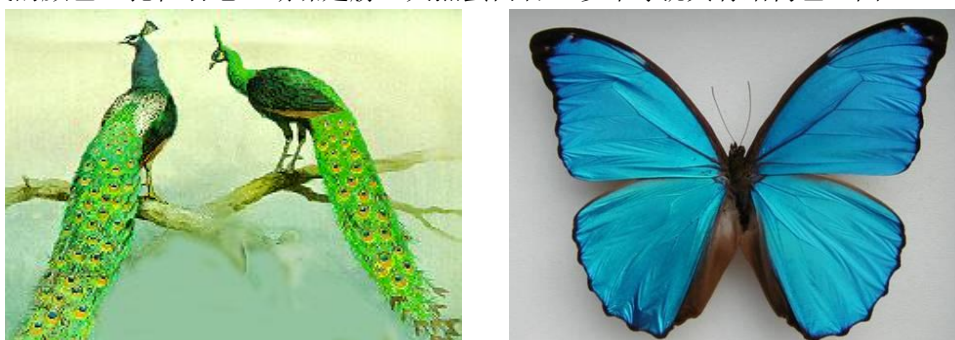
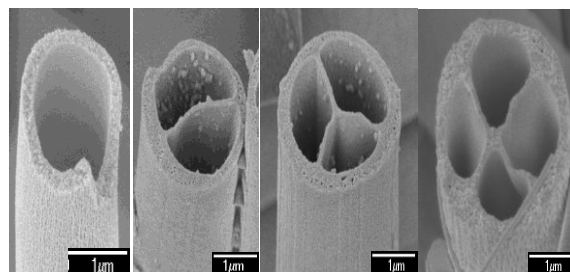


图 1-2 自然界中具有结构色的生物

具有结构色的生物大都由光子晶体材料组成，但这些构成生物体的光子晶体的分子结构、微米-纳米结构、周期性结构及其功能尚不清楚。研究这些生物光子材料并从研究中汲取营养来设计和发展光子材料将是光子材料研究的一个重要途径。

### 3 先进的光学系统

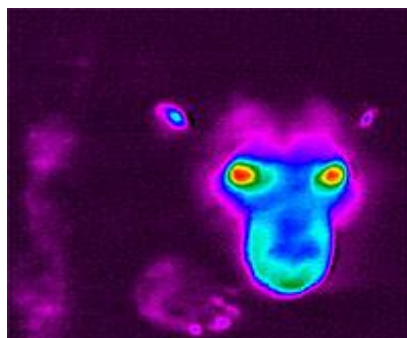
北极熊的体色从外表看是白色的，实际上它的皮肤是墨绿色的。北极熊的毛在电子显微镜下观察是一根根空心无色的细管（图 1-3（a））。北极熊的毛看上去之所以是白色的，是因为细管内表面较粗糙，容易引起光的漫反射所致。人们利用自然光对北极熊拍照时，它的影像十分清晰，而借助红外线拍照时，除面部外在照片上却看不到它们的外形，见图 1-3（b）。可见北极熊的皮毛有极好的吸收红外线的能力，因此有绝好的保温、绝热的性能，这正是北极熊长期与严寒斗争所形成的特有的构造与体色。由此，科学家们设想，可以仿照北极熊的毛管，制成保温、节能的人造中空纤维，定能大大提高太阳能的利用率，为人类造福的潜力将是无法估量的。



(a) 北极熊毛的微观结构



1—自然光



2—红外夜视

(b) 北极熊在不同光线下的成像

图 1-3 北极熊毛的微观结构及北极熊在不同光线下的成像