

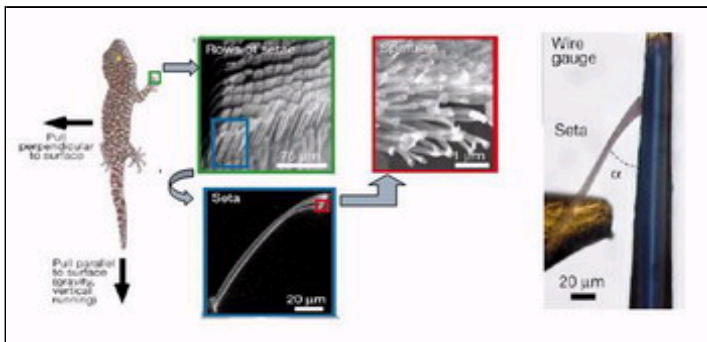
自然界“适者生存”及长时间演化造就了动物特殊的本领，例如羚羊的奔跑、鲨鱼的游泳、燕子的飞翔等，某种程度上，人类在这些方面并不如动物。仿生成为现代科技发展及人类进步的必然。壁虎、蚱蜢等昆虫具有超强的爬行能力，不仅能在水平的表面运动自如，在垂直的表面，甚至倒挂在天花板上也能实现快速移动。揭示这类动物的爬行机制，对人类研发适合于任意表面行走的微型机器人及微型黏附控制开关具有很好的指导意义。

大量实验发现，壁虎、蚱蜢、蝉等昆虫脚部黏附衬垫共同的特征是各向异性微结构组织，尤其是蚱蜢脚部衬垫为光滑的表面膜覆盖在多个杆状纤维组成的结构，且纤维平行排列并与表面膜成一定的角度。这种各向异性组织或材料对这类动物或昆虫的黏附及运动有什么样的意义？它们是如何做到既要具有很强的黏附，以至于不掉下来，又要具有很弱的黏附来实现爬行运动？

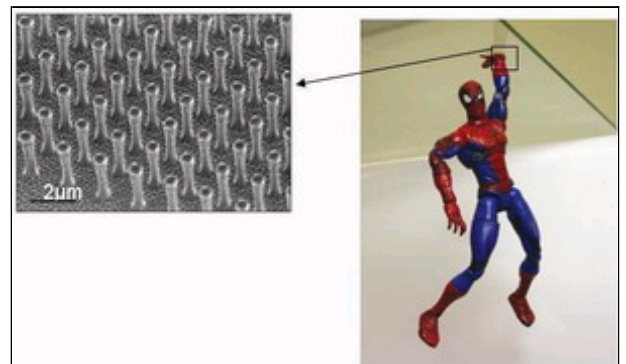
我所陈少华副研究员与美国布朗大学高华健教授合作，利用刚性圆柱与各向异性半无限空间（横观各向同性体转动一定角度形成）接触，作用在刚性圆柱的外力方向为任意角度，模拟昆虫栖息在物体表面，建立了二维黏附接触模型，给出了外力与接触宽度之间的控制方程，并分析了外力方向与横观各向同性体转动角度之间的关系对两物体间黏附强度的影响。最终发现，1）随着各向异性程度（纤维方向刚度与垂直于纤维方向的刚度比较）的增大，最大黏附强度可以超过最小黏附强度一个数量级；2）最大黏附强度总出现在外力方向与各向异性体刚度最大方向（纤维排列方向）一致的情况，最小黏附强度则出现在外力方向与各向异性体刚度最小方向（垂直于纤维排列方向）一致的情况；3）外力方向一旦偏离各向异性体刚度最大方向，黏附强度急剧减小。与实验发现的壁虎运动情况一致。从而，揭示了壁虎、蚱蜢等昆虫运动时，依靠脚部衬垫各向异性实现黏附和脱黏的运动力学机制，为将来研发适合任意表面行走的微型机器人及黏附控制开关提供了理论指导。

该论文即将发表在固体力学领域的顶级杂志“Journal of the Mechanics and Physics of Solids, 2006, in press”上。

该工作得到了国家自然科学基金及德国马普学会访问奖学金的支持。



壁虎脚部刚毛组织及单根刚毛与物体表面的黏附



蜘蛛人玩具掌部仿生壁虎脚部刚毛

