

蜘蛛丝仿生材料的性能及应用

方桂安^{*}, 罗莊竹老师[†]

中山大学 智能科学与技术 20354027

1 引言

半个多世纪以来, 合成高分子材料的兴起给人们的生活带来了许多便利, 但由于无法回收利用、缺乏生物降解性, 造成了严重的“白色污染”问题。开发符合可持续发展的材料越来越迫切, 在一众天然生物材料中, 蜘蛛丝以其优异的性能吸引了大家的注意力。

早在几千年前, 人们对蜘蛛丝的应用价值就有一定的了解: 古希腊人使用蜘蛛丝止血和愈合伤口、渔民使用蜘蛛丝作为钓鱼线。在第二次世界大战时, 蜘蛛丝被用作望远镜、枪支等瞄准系统的光学装置的十字准线。

2 成分及性能

蜘蛛丝的主要化学成分是甘氨酸, 丙氨酸和少量丝氨酸。它外观薄而柔软, 具有高强度, 高弹性和超强的韧性, 这是其他天然纤维和合成纤维无法比拟的。

蜘蛛丝的机械性能如表所示。基于优异的特性, 蜘蛛网可以承受很大的冲击力而不会被损坏, 其静载荷和抗冲击性优于其他人造和天然材料。除此之外, 蜘蛛丝具有良好的温度特性和生物相容性。

3 应用

蜘蛛丝仿生材料在很多领域的应用前景广阔:

- 军事: 蜘蛛丝纤维具有优良的强度和韧性。由



图 1 天然蜘蛛丝在其自然状态下的网状结构

表 1 材料性能对比

材料	断裂伸长率/(%)	拉伸强度/(N/m ²)	断裂能量/(J/kg)
蜘蛛丝	35 – 50	5×10^9	1×10^5
尼龙	18 – 26	5×10^8	8×10^4
芳纶	2 – 5	4×10^9	3×10^4
蚕丝	15 – 35	6×10^8	7×10^4
钢	8.0	1×10^9	5×10^3

它们制成的防弹衣和降落伞不仅可以提高性能, 还可以大大减轻重量。此外, 一些蜘蛛网结构可以有效地吸收冲击力, 有助于提高材料的强度。它们可以应用于坦克, 飞机和卫星等设备的外壳, 或军事建筑物的保护罩结构。

- 纺织: 蜘蛛丝与丝绸相似, 但具有比丝绸更好的性能。由蜘蛛丝制成的布具有重量轻, 不易碎, 透气性好, 吸水性强, 抗紫外线的特点。
- 医疗: 凭借其优异的生物相容性, 可以考虑制造血管假体, 韧带和皮肤等人造材料。
- 材料: 高强度的蜘蛛丝纤维可用于制造仿生材料, 以取代混凝土中的钢筋。它将大大减轻建

调研时间: 2022 年 10 月 5 日

报告时间: 2022 年 10 月 5 日

[†] 指导教师

^{*} 学号: 20354027

^{*} E-mail: fanggan@mail2.sysu.edu.cn

筑物在施工中的重量，并且蜘蛛丝材料耐潮湿和寒冷，并且不会生锈，特别适用于建造桥梁和其他建筑物。将蜘蛛丝材料与汽车行业相结合，可以生产出轻质，耐磨的轮胎，更坚固的车身，并显着减轻车辆重量。

- 环保：蜘蛛丝有望取代一些常见的塑料。由于蜘蛛丝蛋白可以被降解，因此用它来制作塑料袋将有助于保护环境，减少白色污染。

随着蜘蛛丝研究的不断深入，蜘蛛丝的神秘面纱正在逐渐揭开，对人造蜘蛛丝大规模生产的研究工作也在不断深化。大量性能优越的蜘蛛丝仿生材料将取代传统材料，蜘蛛丝仿生材料将在军事、医疗、航空航天、建筑、汽车等领域发挥巨大作用。