

稳定同位素标记碳纳米材料在水生生态环境中的累积和传递

报告人：常雪灵

中国科学院高能物理研究所

2019年1月12日

报告内容

- 研究意义和背景
 - 稳定同位素 ^{13}C 骨架标记富勒醇
 - 碳纳米材料在大型蚤的累积和子代传递
 - 碳纳米材料在藻-大型蚤水生体系的累积和传递
 - 碳纳米材料在大型蚤-鱼水生食物链的累积和传递
 - 结论
-

研究意义和背景

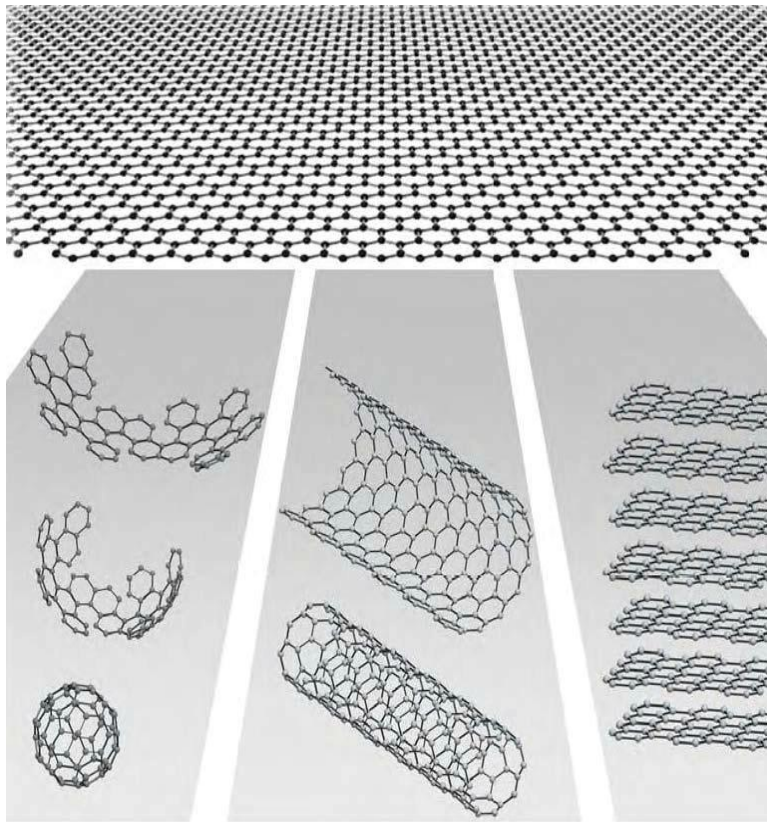


纳米科技的飞速发展和广泛应用，越来越多的纳米产品正贴近我们的生活。2005年至2017年，市场有明确标注的纳米产品已从54种突增到2000多种。

纳米商品逐年上升，并走进人们的生活，其中碳纳米材料是应用最为广泛的纳米材料之一。

<http://www.nanotechproject.org/cpi/about/analysis/>

碳纳米材料



手机屏幕



羽毛球拍

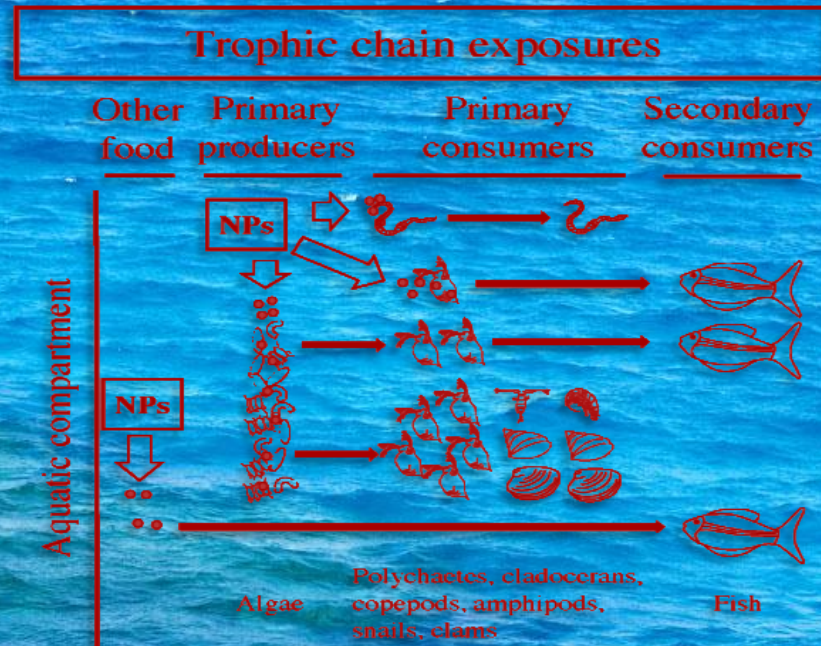


充电宝

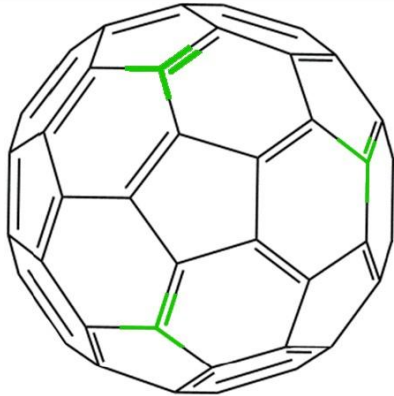


布料

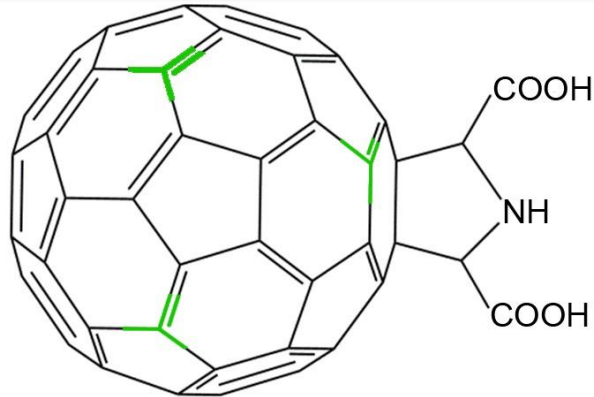
纳米材料的水生环境的安全和风险



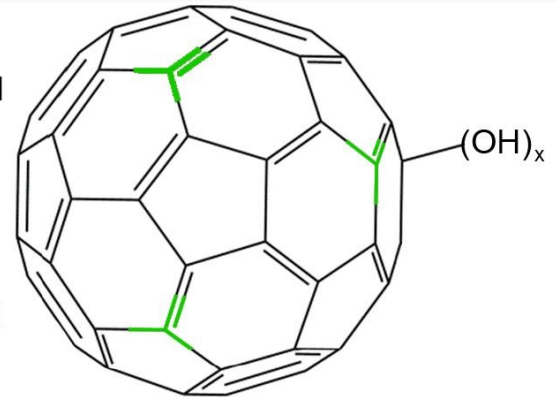
^{13}C 骨架标记碳纳米材料



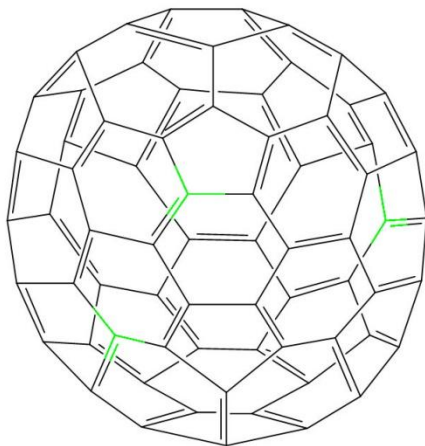
$^{13}\text{C}\text{-C}_{60}$



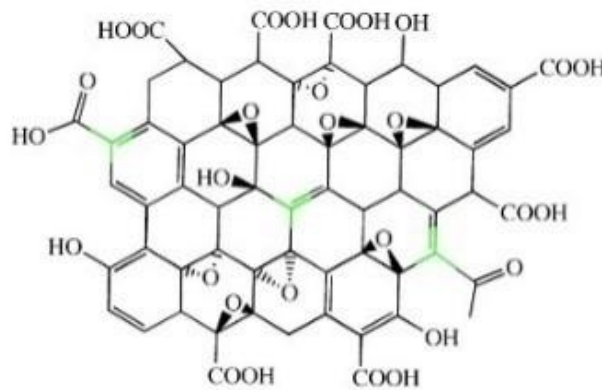
$^{13}\text{C}\text{-C}_{60}\text{-COOH}$



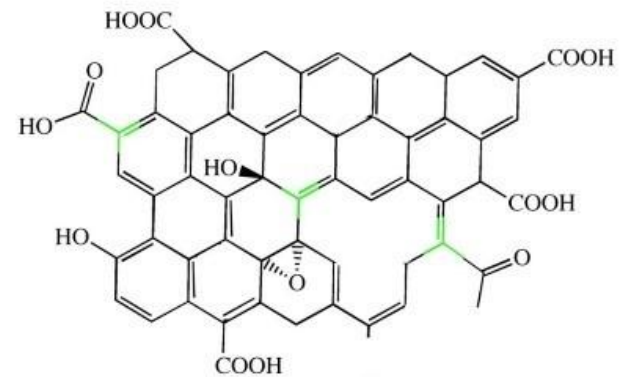
$^{13}\text{C}\text{-C}_{60}\text{-OH}$



$^{13}\text{C}\text{-C}_{70}$

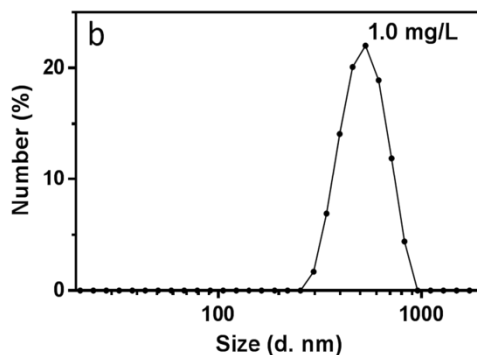
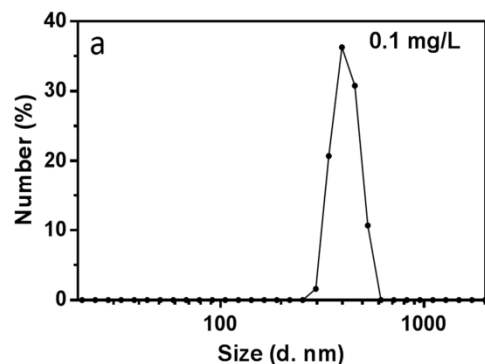
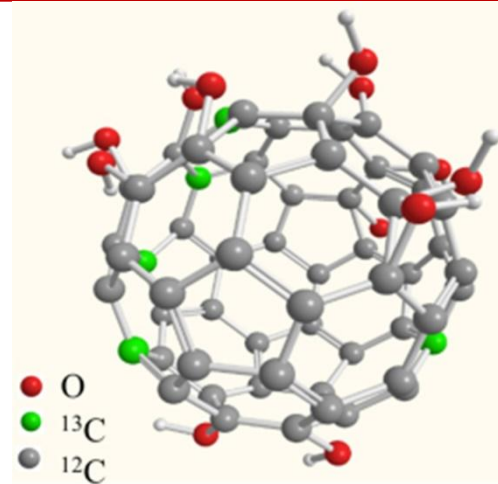
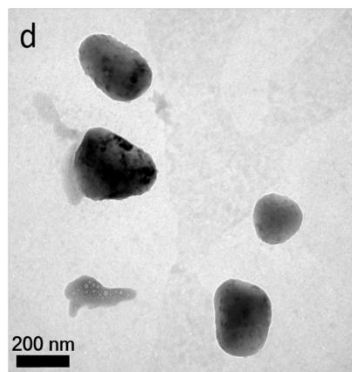
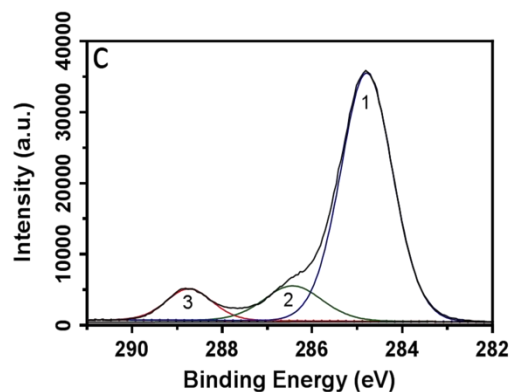
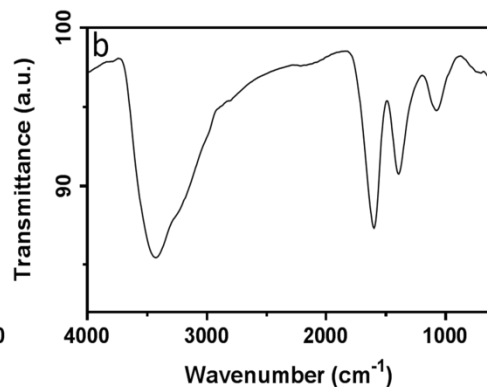
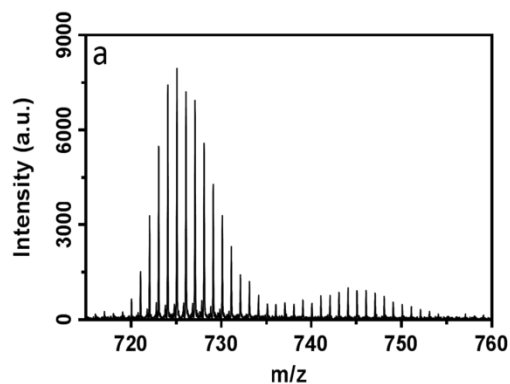


$^{13}\text{C}\text{-GO}$



$^{13}\text{C}\text{-RGO}$

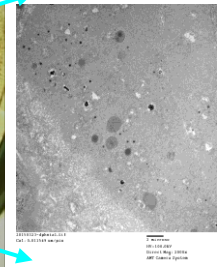
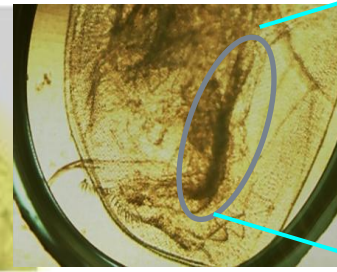
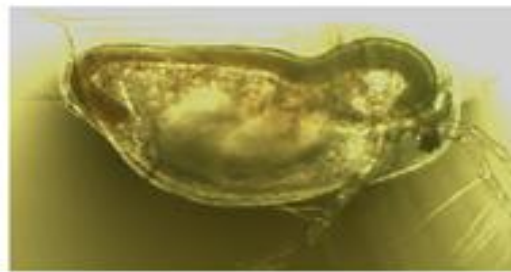
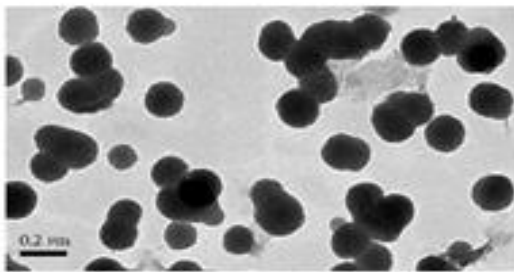
稳定同位素 ^{13}C 骨架标记富勒醇纳米材料



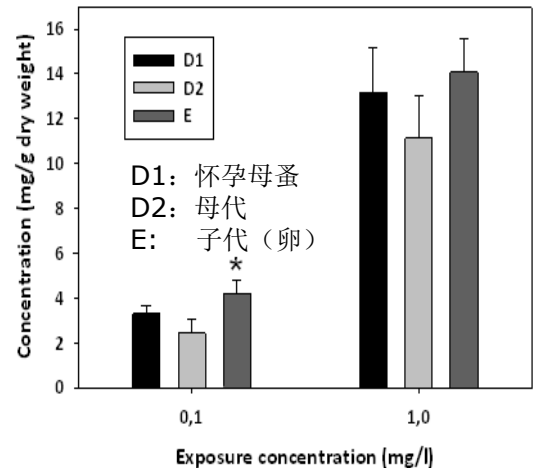
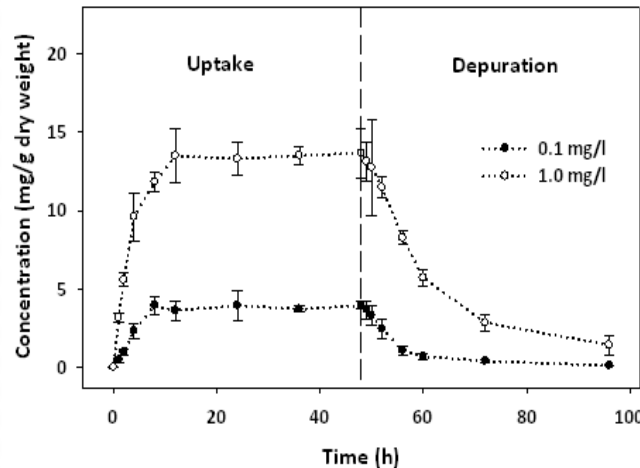
- ^{13}C 原子在富勒烯的合成过程中加入，合成富勒醇过程没有改变原来的笼状结构。
- 实验体系中，富勒醇的尺寸为400 nm级。
- ^{13}C 标记量是其自然丰度的4-10倍之高，极大提高了碳纳米材料同位素比值质谱检测信号的灵敏度和强度。

碳纳米材料在大型蚤的累积和子代传递

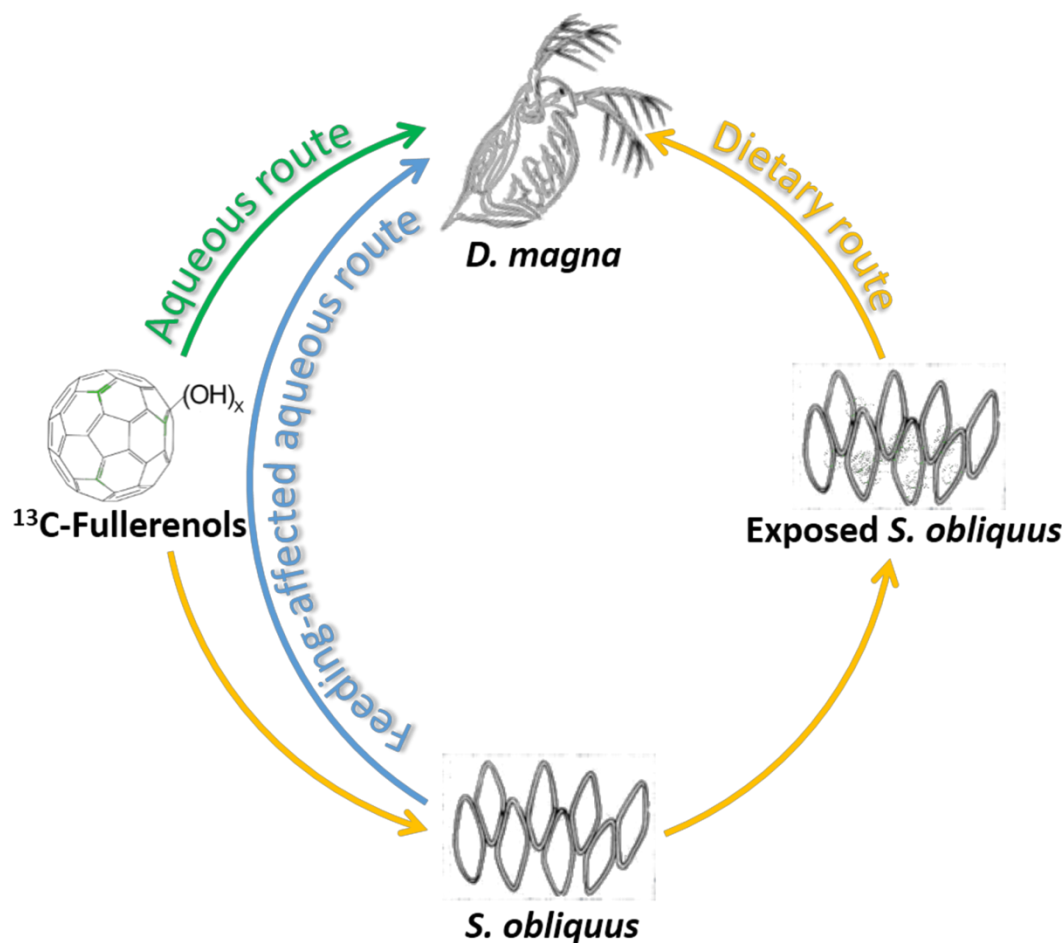
稳定同位素 ^{13}C 骨架标记富勒醇，对水溶性富勒烯纳米材料在大型蚤的体内定量累积、净化以及子代传递进行研究，对碳纳米材料的环境生态纳米效应研究具有重要意义。



- ◆ 富勒醇纳米颗粒在大型蚤体内具有较强的生物累积能力；
- ◆ 富勒醇纳米颗粒在大型蚤体内的净化符合一级动力学，0.1和1.0 mg/L暴露组计算的半衰期分别为9.24 h和14.15 h。
- ◆ 富勒醇纳米颗粒能够从蚤的母代传递到子代，并且子代含量较高。

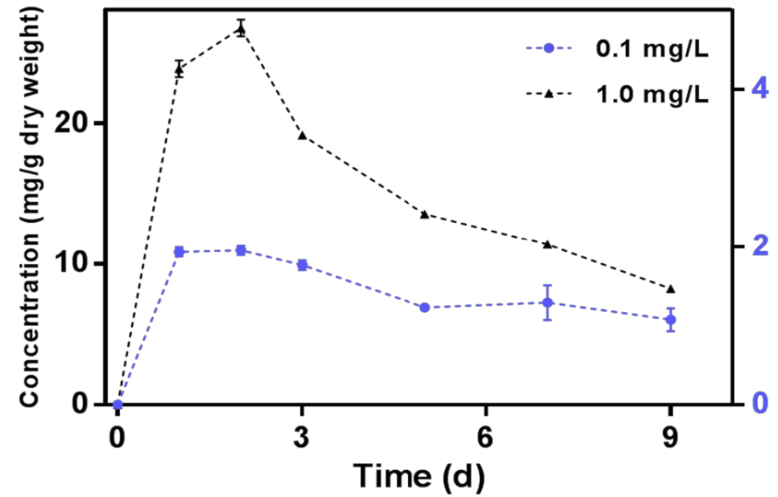
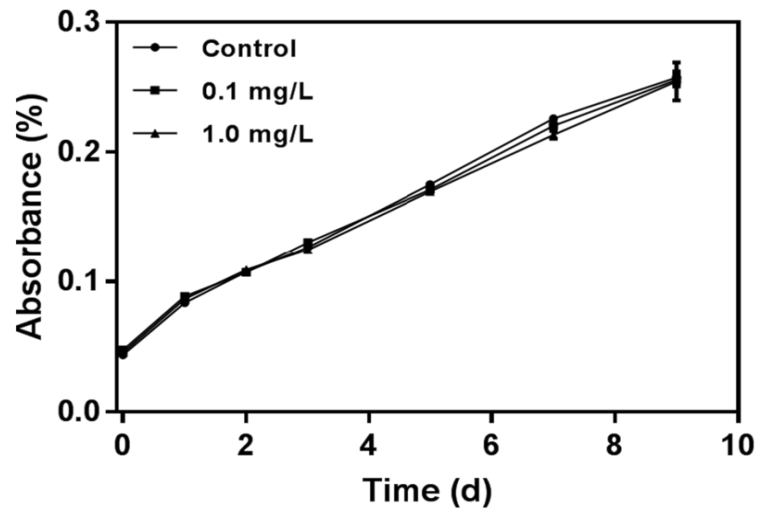


大型蚤在复杂水生体系对碳纳米材料的摄取途径探索

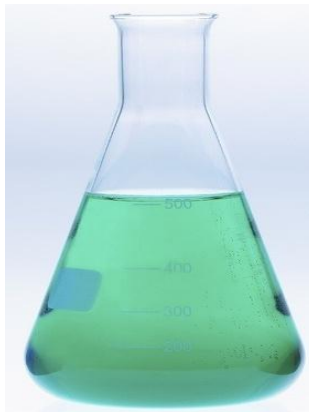


- 选取斜生栅藻-大型蚤，构成简单的水生生态系统。
- 模拟自然环境中多种暴露途径，利用稳定同位素标记技术，定量研究大型蚤对富勒醇的累积和净化以及可能的传递。

绿藻对碳纳米材料的富集累积

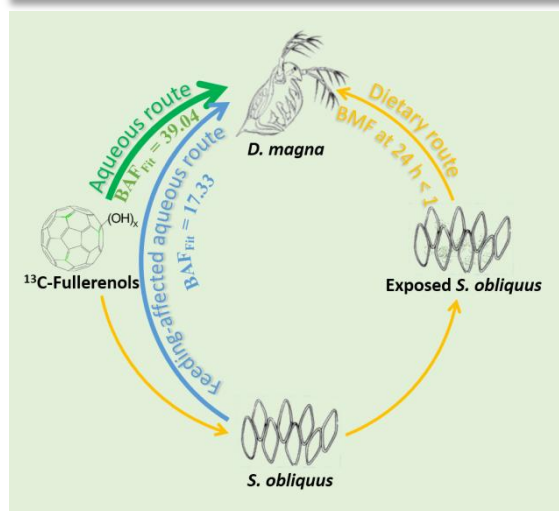


- 实验设定浓度下，富勒醇未影响斜生栅藻的生长。
- 富勒醇在斜生栅藻内的积累就有浓度效应。



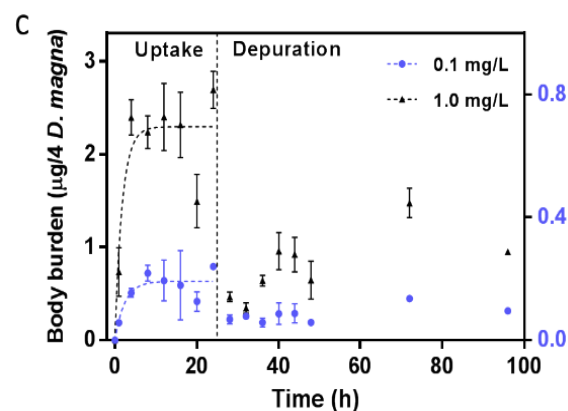
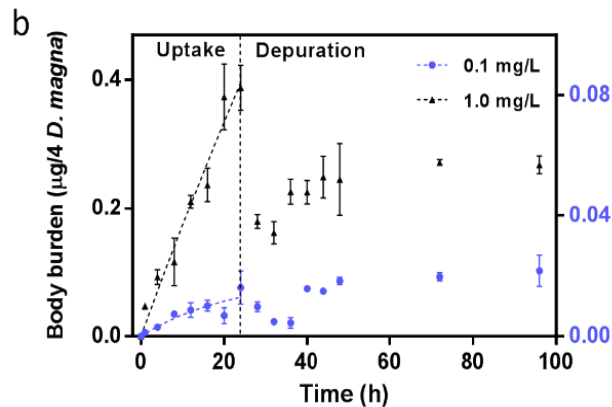
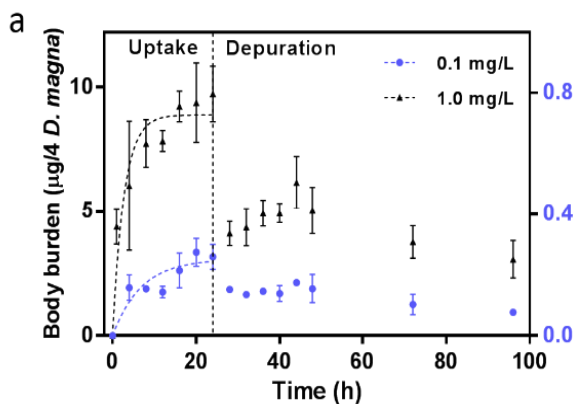
碳纳米材料在藻-大型蚤水生体系的累积和传递

稳定同位素 ^{13}C 骨架标记富勒醇，根据 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 的同位素比值，对水溶性富勒烯纳米材料在绿藻-大型蚤的食物链摄取和转移进行研究，对碳纳米材料的环境生态安全性研究奠定重要基础。

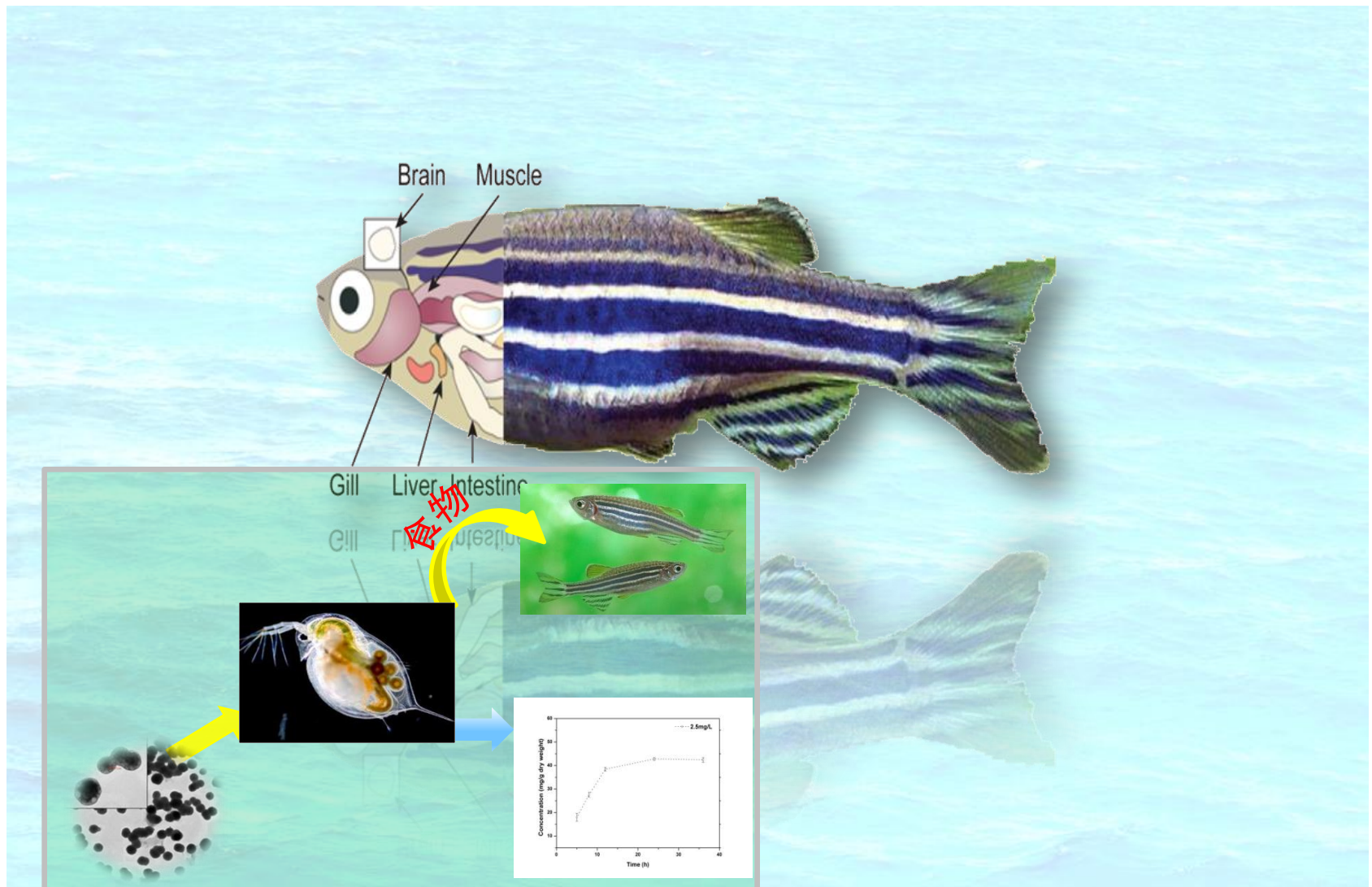


- ◆ 在水生生物食物链中以水相摄取为主；
- ◆ 在藻-大型蚤的水生体系中，藻的存在干扰了大型蚤对碳纳米颗粒的摄取。
- ◆ 根据模拟计算，随着时间的延长，浓度的升高，富勒醇纳米颗粒能够在水生食物链累积和传递，并具有放大作用。

Concentration in freshwater	Concentration in <i>S. obliquus</i>	Concentration in <i>D. magna</i> at 24 h	BMF at 24 h	Fitted plateau in <i>D. magna</i>	Fitted BMF
0.1 mg/L	1.08 ± 0.10 mg/g	0.09 ± 0.001 mg/g	0.084 ± 0.001	0.117 mg/g	0.11
1.0 mg/L	8.23 ± 0.02 mg/g	1.66 ± 0.15 mg/g	0.20 ± 0.02	15.753 mg/g	1.91



斑马鱼对碳纳米材料的累积和分布



结论

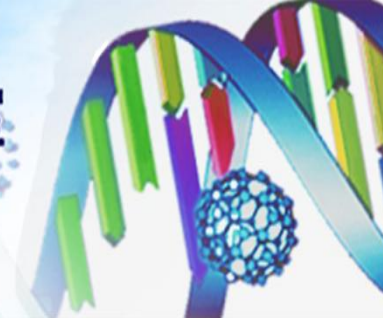
- 获得了一系列稳定同位素 ^{13}C 标记的碳纳米材料，并建立了水生生物体内的碳纳米材料的定量分析方法，为环境生物复杂体系中纳米材料的定量研究提供了可靠、灵敏的定量方法和技术；
- 建立了环境水生生态系统研究平台，研究了碳纳米材料在水生环境不同营养级别生物体中的累积和代谢情况，揭示了碳纳米材料对环境水生生物的影响和可能的危害途径，为碳纳米材料在水生食物链的安全性评估奠定了研究基础。



中国科学院纳米生物效应与安全性重点实验室

Key Laboratory for Biomedical Effects of Nanomaterials and Nanosafety, Chinese Academy of Sciences

智好是勤
慧的良师



- 西南民族大学化学与环境保护工程学院 杨胜韬 教授；
- 中国科学院城市环境研究所 张娴 研究员；
- 中国科学院纳米生物效应与安全性重点实验室的老师 and 研究生们。



谢谢