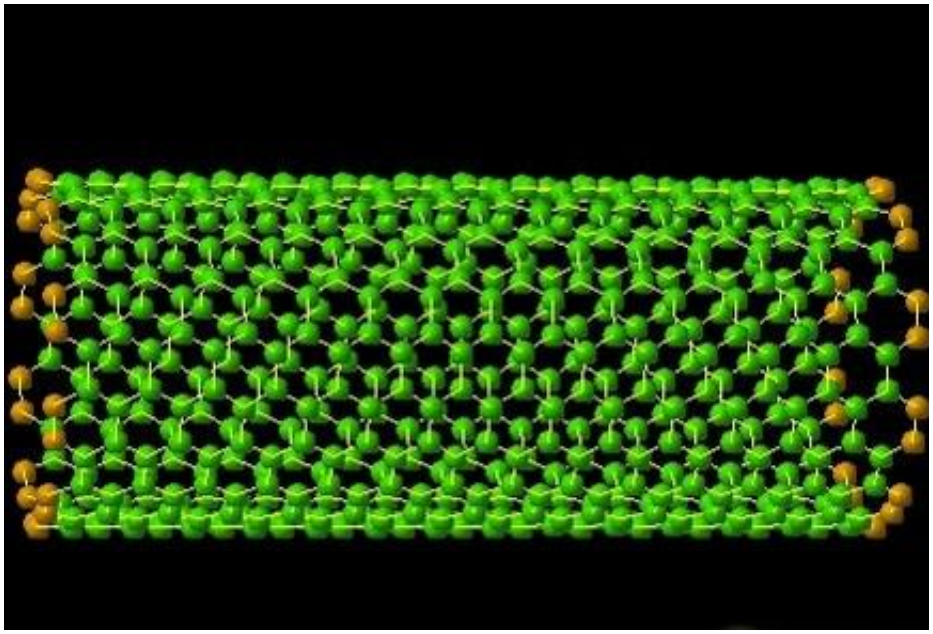
碳纳米管



百科名片

碳纳米管碳纳米管作为一维纳米材料，重量轻，六边形结构连接完美，具有许多异常的力学、电学和化学性能。近些年随着碳纳米管及纳米材料研究的深入其广阔的应用前景也不断地展现出来。

简介

在1991年日本NEC公司基础研究实验室的电子显微镜专家饭岛(Iijima)在高分辨透射电子显微镜下检验石墨电弧设备中产生的球状碳分子时，意外发现了由管状的同轴纳米管组成的碳分子,这就是现在被称作的“ Carbon nanotube ”，即碳纳米管,又名巴基管。

结构特征

碳纳米管具有典型的层状中空结构特征,构成碳纳米管的层片之间存在一定的夹角碳纳米管的管身是准圆管结构，并且大多数由五边形截面所组成。管身由六边形碳环微结构单元组成,端帽部分由含五边形的碳环组成的多边形结构，或者称为多边锥形多壁结构。是一种具有特殊结构（径向尺寸为纳米量级，轴向尺寸为微米量级、管子两端基本上都封口）的一维量子材料。它主要由呈六边形排列的碳原子构成数层到数十层的同轴圆管。层与层之间保持固定的距离，约为0.34nm，直径一般为2～20nm。由于其独特的结构，碳纳米管的研究具有重大的理论意义和潜在的应用价值，如：其独特的结构是理想的一维模型材料;巨大的长径比使其有望用作坚韧的碳纤维，其强度为钢的100倍，重量则只有钢的1/6;同时它还有望用作为分子导线，纳米半导体材料，催化剂载体，分子吸收剂和近场发射材料等。科学家们还预测碳纳米管将成为21世纪最有前途的纳米材料，以碳纳米管为材料的显示器将是很薄的，可以像招贴画那样挂在墙上。韩国的三星电子公司已展示了从纳米管发射电子轰击屏幕的显示屏，该公司估计两年内碳纳米管显示屏将上市。虽然碳纳米管的技术性能非常好，但因成本和其他因素其大规模推广仍将会是一个长期的过程。目前，在各大学的物理系和像IBM那样的公司都在制造碳纳米管，每克碳纳米管的价格是1000美元左右。我国对此项研究虽然起步较晚，但发展很快。目前碳纳米化学方兴未艾，内容丰富，前景诱人。通过对碳纳米管的研究，必然带动相应学科的发展。

分类

碳纳米管按照石墨烯片的层数分类可分为：单壁碳纳米管（Single-walled nanotubes, SWNTs）和多壁碳纳米管（Multi-walled nanotubes, MWNTs），多壁管在开始形成的时候，层与层之间很容易成为陷阱中心而捕获各种缺陷，因而多壁管的管壁上通常布满小洞样的缺陷。与多壁管相比，单壁管是由单层圆柱型石墨层构成，其直径大小的分布范围小，缺陷少，具有更高的均匀一致性。

碳纳米管依其结构特征可以分为三种类型：扶手椅式纳米管，锯齿形纳米管和手型纳米管。

性质

形态：粉末

颜色：黑色

气味：无味

熔点/熔化范围：预计3652-3697℃

沸点/沸腾范围：未确定

升华温度：未确定闪点：不适用

点火温度：未确定

分解温度：未确定

爆炸的危险性：.该产品并没有爆炸的危险。

蒸汽压力：未确定

密度：在20 ° C时2.1克/厘米

相容性的溶解度：有

水：不溶

具有超导特性

性能

力学性能

由于碳纳米管中碳原子采取SP2杂化，相比SP3杂化，SP2杂化中S轨道成分比较大，使碳纳米管具有高模量、高强度。

碳纳米管具有良好的力学性能，CNTs抗拉强度达到50～200GPa,是钢的100倍,密度却只有钢的1/6，至少比常规石墨纤维高一个数量级；它的弹性模量可达1TPa，与金刚石的弹性模量相当，约为钢的5倍。对于具有理想结构的单层壁的碳纳米管，其抗拉强度约800GPa。碳纳米管的结构虽然与高分子材料的结构相似，但其结构却比高分子材料稳定得多。碳纳米管是目前可制备出的具有最高比强度的材料。若将以其他工程材料为基体与碳纳米管制成复合材料，可使复合材料表现出良好的强度、弹性、抗疲劳性及各向同性，给复合材料的性能带来极大的改善。

碳纳米管的硬度与金刚石相当，却拥有良好的柔韧性，可以拉伸。目前在工业上常用的增强型纤维中，决定强度的一个关键因素是长径比，即长度和直径之比。目前材料工程师希望得到的长径比至少是20:1，而碳纳米管的长径比一般在1000:1以上，是理想的高强度纤维材料。2000年10月，美国宾州州立大学的研究人员称，碳纳米管的强度比同体积钢的强度高100倍，重量却只有后者的1/6到1/7。碳纳米管因而被称“超级纤维”。

莫斯科大学的研究人员曾将碳纳米管置于1011 MPa的水压下(相当于水下10000米深的压强)，由于巨大的压力，碳纳米管被压扁。撤去压力后，碳纳米管像弹簧一样立即恢复了形状，表现出良好的韧性。这启示人们可以利用碳纳米管制造轻薄的弹簧，用在汽车、火车上作为减震装置，能够大大减轻重量。

此外，碳纳米管的熔点是目前已知材料中最高的。

导电性能

碳纳米管上碳原子的P电子形成大范围的离域π键，由于共轭效应显著，碳纳米管具有一些特殊的电学性质。

碳纳米管具有良好的导电性能，由于碳纳米管的结构与石墨的片层结构相同，所以具有很好的电学性能。理论预测其导电性能取决于其管径和管壁的螺旋角。当CNTs的管径大于6nm时，导电性能下降；当管径小于6nm时，CNTs可以被看成具有良好导电性能的一维量子导线。有报道说Huang通过计算认为直径为0.7nm的碳纳米管具有超导性，尽管其超导转变温度只有1.5×10-4K，但是预示着碳纳米管在超导领域的应用前景。

常用矢量Ch表示碳纳米管上原子排列的方向，其中Ch=na1+ma2，记为(n,m)。a1和a2分别表示两个基矢。(n,m)与碳纳米管的导电性能密切相关。对于一个给定(n,m)的纳米管，如果有2n+m=3q 碳纳米管 导电（q为整数），则这个方向上表现出金属性，是良好的导体，否则表现为半导体。对于n=m的方向，碳纳米管表现出良好的导电性，电导率通常可达铜的1万倍。

传热性能

碳纳米管具有良好的传热性能，CNTs具有非常大的长径比，因而其沿着长度方向的热交换性能很高，相对的其垂直方向的热交换性能较低，通过合适的取向，碳纳米管可以合成高各向异性的热传导材料。另外，碳纳米管有着较高的热导率，只要在复合材料中掺杂微量的碳纳米管 ,该复合材料的热导率将会可能得到很大的改善。
其他性能

碳纳米管还具有光学和储氢等其他良好的性能,正是这些优良的性质使得碳纳米管被认为是理想的聚合物复合材料的增强材料。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/baike/1995.html