

结构化学中碳的纳米材料内容拓展

陆旻琳 (内蒙古科技大学, 材料与冶金学院, 内蒙古 包头 014010)

摘要: 由于使用的碳纳米材料种类很多, 在结构化学领域中化学教育所使用的碳纳米材料教育课程内容也在不断扩充。通过为学生系统介绍了各种纳米材料金刚石, 富勒烯, 碳纳米管, 石墨烯和其他各种纳米材料石墨烯在粒子物理学上的基本化学结构, 性能以及其在实践操作中的实际应用, 教师们就知道可以很好地能够达到有效率的激发学生的各类自主网络学习研究兴趣, 拓宽他们的科学视野, 提高我们学生的科学综合知识素质和知识应用技能。

关键词: 结构化学; 碳; 纳米材料; 教学内容

0 引言

《结构化学基础》提供了有关碳纳米材料教学内容的纳米金刚石, 石墨烯, 碳纳米管和富勒烯化合物的简要介绍。碳固有力地得到丰富, 并且其中的碳原子可以以各种轨道杂化的方式组合而成键 (sp , sp^2 , sp^3) 以形成各种不同类型的晶体。具有不同的晶体结构的二氧化碳材料所表现出的特性十分复杂。目前, 已经在国内进行了自主研究和设计开发了许多新型柔性碳纤维纳米材料, 如非柔性碳纤维纳米材料金刚石, 富勒烯, 碳纤维纳米管, 石墨烯, 并广泛应用于精密机械加工和微研磨, 生物医学, 传感, 催化, 储能等各种工业工程技术应用领域。通过将最新型的科学信息技术和新研究成果及时导入到学校课堂教学中, 可以充分调动和不断培养广大学生对自主科研的学习积极性与科学创造力, 使得广大学生充分亲身体会感受到自己掌握所学科研知识的现场性和实用性, 并有效地充分培养和不断提高了广大学生的自主科研学习意愿。

1 纳米金刚石

纳米金刚石主要是一种纳米大小尺寸的晶体, 并且它们具有类似于金刚石相同的分子和晶体结构。纳米金刚石是一种高硬度, 高导热性, 良好的绝缘性, 独特的光电动力学性能和较小的低摩擦系数。纳米金刚石现在被广泛应用于各种多晶体工具原理材料的加工, 精密科研和抛光。纳米金刚石还可以被用来做功能性的材料。纳米金刚石在被高能放射性照射后具备出色的荧光光学性质, 它们可以被广泛应用于标记蛋白质的化学分子并进行荧光显微镜的成像。它是具有抗高温, 耐腐蚀和天然环境清洁性的特点^[1]。纳米金刚石薄膜, 用来开发太阳能电池板系统玻璃窗户外壳表面的一种自清洗装置; 用纳米金刚石改性的电解质还能够给金属锂电极提供稳定寿命。

2 富勒烯 C

碳簇分子结构的白色分子构型 c_{60} 于 1985 年成功地制备, c_{60} 的白色笼状分子结构于 1989 年成功通过分子试验成功确定。 c_{60} 的特异性及其化学活性主要原因是由于它巨大的两个氢键分子结构, 在各种太阳能动力电池, 生物医学和其他电子技术应用领域都非常具有潜在的应用市场和工业应用发展前景。而且还有一种可能性的应用就是被广泛地作为太空飞行电梯上的高强度碳纤维电缆。由于富勒烯经由碳纳米管外部的共价吸收而形成的这种纳米发生膜结构被统称为富勒烯。

富勒石是富勒烯及其衍生物的一种固体形式的名称。超富勒光通常被广泛应用于描述利用高压和耐热的低温所

获得的超硬富勒光, 在这样的条件下, 普通富勒烯固体就会发展出具有相对较高的机械强度和硬性的菱形纳米晶体。包埋富勒烯是一种新型的包埋富勒烯, 是通过将一些富勒烯原子直接插入至富勒烯的碳笼中而加工形成的, 其中绝大多数原子都是在采用电弧技术的方法进行制备富勒烯时所产生的。

在两个 c_{84} 异构体中, c_{84} 异构体和其中的 24 个异构体完全地满足了用于分离的独立五角形异构规则, 而其他 51568 个异构体并没有完全地满足了用于分离的其他独立五角形异构规则, 其中 51568 是用于分离的非独立五角形异构体, 不过它能够完全满足用于分离的其他五角形规则富勒克斯规则。

3 碳纳米管

自 1991 年日本的一位科学家首次在实验室中发现了多壁碳纳米管后, 这种碳纳米管便受到了科学界和技术人员的极大兴趣。自从 1993 年单壁碳纳米管诞生以来, 人们已经对于碳纳米管又有了一个全新的理解和认知。单壁磁性碳纳米管的平均分子直径大约通常是 $1\text{nm}-2\text{nm}$, 多壁磁性碳纳米管的平均直径通常不一定可能达到超过 50nm 。碳纳米管在高温空气中可以具有很高的密度纵向、横向压缩比, 长度最好甚至可达到几微米或者数毫米。碳纳米管主要特点具有良好的电子工程机械传动性能, 化学性能, 电动机性能稳定性和耐热性等特点, 具有独特的化学磁性及其他声学性能特点。

构成碳—纳米管的碳—二氧化碳键本质上也是自然界中最稳定的化学键之一, 并且具有突破性的机械特征。碳纳米管已经成为目前世界上可以生产的最大比强度。实验研究表明, 单壁活性碳纳米管的杨氏模量控制能够大幅度地提高拉伸运动强度大约为 $1-5\text{tpa}$, 拉伸运动强度也可以大幅度地达到 $13-53\text{gpa}$ 。碳纳米管的强度比相同尺寸和体积大小的钢高 100 倍, 但其重量仅大约是后者的 $1/6$ 至 $1/7$, 因此它们也被我国传播媒体戏剧地称之为“超级纤维”。而且, 碳纳米管虽然在外观上具有一种类似于金刚石的高硬度, 但它们还是具有更好的强度和柔韧。在建筑工业上常见的增强型纤维中, 决定其应用强度的主要关键因素之一便是其长径成正比, 即纤维的长径成正比。过去十年来出现的太空梯 (一种由人们自己建造地通过连接陆地和太空直接运输机械和物体的梯子) 常常在各种传播媒体中出现, 它主要是由碳纳米管生长而成。

应该提到的是, 碳纳米管的这些优异的机械性能在实际应用中仍然面临许多问题。碳纳米管的 (下转第 235 页)

率存在幅度差,砂岩电阻率高于相邻泥岩电阻率;声波时差表现出高值,一般在 $218 \mu\text{s}/\text{m} \sim 260 \mu\text{s}/\text{m}$;同时中子和密度都有所降低。在含气性较好的储层中,三条孔隙度测井曲线组合具有较明显的气层“挖掘”效应。新召东地区盒1段储层声波时差与电阻率是识别气层主要敏感参数,本次研究结合试气结果绘制盒1段储层声波时差与电阻率交汇图版(图3)。最终确定了盒1段储层的电性下线标准,声波时差大于等于 $220 \mu\text{s}/\text{m}$,电阻率大于等于 $13 \Omega \cdot \text{m}$ 。

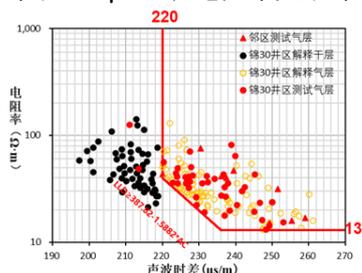


图3 盒1段储层声波时差与电阻率交汇图

2.3 储层有效厚度下限标准

综合以上研究成果,确定了杭锦旗新召东地区盒1段储层的下限标准(表1)。

表1 新召东地区盒1段储层有效厚度下限标准

层位	岩性	孔隙度(%)	渗透率(mD)	声波时差($\mu\text{s}/\text{m}$)	电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)	含气饱和度(%)	泥质含量(%)
盒1	中-粗粒砂岩	5	0.20	220	13	50	15

3 结论

通过对新召东地区盒1段储层钻井、测井、岩心和试

(上接第233页)良好机械性能适用于单管。碳纳米管(尤其是单壁碳纳米管)总是被范德华力相互吸引而形成束。由于管之间的相对滑动,管束的机械性能远低于单个管的机械性能。因此,如何利用碳纳米管的优异机械性能来最终制备人们想要的超细纤维还需研究。

同时,越来越多的研究集中在使用碳纳米管作为增强材料并将其添加到其他材料中来创建性能优异的复合材料。实际上,除了优异的机械性能外,碳纳米管还具有许多其他性能,例如耐疲劳性,抗蠕变性,材料尺寸稳定性,导电性和耐腐蚀性。

4 石墨烯

2004年,石墨烯材料首次从自己的天然原料石墨中被完全分离了出来。在二或三维空间中顺序排列的原子sp²杂化碳气体原子由一个单层的杂化碳原子分层结构和各部件分层组成,具有较大的空间距离域键,厚度仅约通常为0.335nm。石墨烯材料是用于组合和应用构成各种不同尺寸的新型碳纤维材料。

单片石墨烯超高技术的优越性能可以直接传达到各种宏观建筑构件,例如石墨烯纤维和石墨烯空气凝胶。石墨烯纤维因其具有良好的机械动力学性能,电化学性能及其导热特点,可以被广泛应用在各种导电纺丝织物,储能,散热等工业领域。石墨烯气凝胶是一种通过堆叠和加工压制而成的石墨烯纳米薄膜而经加工制造出来的独特三维结构材料,不但它们都具有良好的石墨烯电学和机械动力学的性能,而且因为它们的多个空隙所以具有较低的气凝胶

气资料的综合研究,首先建立了研究区盒1段储层物性及含气性的测井解释模型,从而为非取心段储层的测井解释提供了重要依据;其次通过对薄片鉴定资料的分析,明确了目的层岩性岩性以岩屑石英砂岩、岩屑砂岩为主,粒度以砂砾岩、中-粗粒砂岩为主,盒1段储层孔隙类型以粒间余孔、粒间溶孔为主。最终确定了新召东盒1段储层物性下限标准,即孔隙度大于5%,渗透率大于0.20毫达西;采用交汇图版法,确定电阻率 $13 \Omega \cdot \text{m}$ 、声波时差为 $220 \mu\text{s}/\text{m}$ 为有效储层电性下限标准。通过本次研究为新召东地区盒1段勘探开发提供了重要的指导依据。

参考文献:

- [1] Q/SH 0585-2014 石油天然气预测储量计算细则[S].北京:中国石油化工集团公司,2014.
- [2] 任婷,漆万珍,曹红霞,等.鄂尔多斯盆地延长东区上古生界储层“四性”关系研究[J].非常规油气,2015,2(6):22-30.
- [3] 刘溪,李文厚,韩伟.华庆地区长6储层四性关系及有效厚度下限研究[J].西北地质,2010,43(1):124-129.
- [4] DZ/T0217-2005.石油天然气储量计算规范[S].北京:中华人民共和国国土资源部,2005.
- [5] 岳绍飞,刘杰,马丽娜等.福山凹陷流沙港组三段储层四性关系及有效厚度下限标准[J].油气地质与采收率,2011,20(4):42-45.
- [6] 黎菁,杨勇,王少飞等.苏里格气田东区致密砂岩储层物性下限值的确定[J].特种油气藏,2011,18(6):52-56.

密度和机械动力学特性。在物理、工程和科学技术中,它被认为是一种新兴技术,并被广泛地应用于材料、能源存储与转换以及传感器等方面。

石墨烯由苯环和乙炔键两部分组成,是一种具有大量分子内部孔洞的二维材料。石墨烯材料是一种新型的膜质碳纤维柔性复合材料,它在化学工业上一直具有很强的技术应用发展潜力,其独特的膜质sp和p或sp²电子带隙结构都可以使这种石墨烯材料具有自己的特殊膜质电子带隙,显示了目前还没有找到的石墨烯碳纤维复合材料。近年来,许多科学家和研究小组就将石墨烯技术应用于太阳能电池,锂离子电池,电化学传感器和催化剂等领域进行了一系列的前沿探索和研究,取得了令人满意的发现。

5 结论

本文从结构化学专业课程的基础性教学内容角度入手,介绍了本学科的范围。通过介绍碳的同素异形体结构,性能和应用,充分证明了结构和内部关系。很好地实现了教育的目标,激发了学生的自主性和学习兴趣,拓宽了他们的眼界和视野,并且极大地提高了他们的整体综合能力。

参考文献:

- [1] 任莉君,王晓玲,田靖靖.结构化学中碳的纳米材料内容拓展[J].教育教学论坛,2020:102-104.

作者简介:

陆旻琳(2000-),女,汉族,籍贯:江苏省泰州市靖江市新桥镇孝化村,学历:本科在读。研究方向(专业):材料化学。