

# 活性炭

## 结构\*\*\*\*

一类具有发达孔隙结构和巨大比表面积的超强吸附材料

在活化过程中由于孔隙各不相同,使得活性炭的基本结构存在很多缺陷和不饱和键,使得各种杂原子会吸附上去和边缘上的碳原子形成各种官能团(主要是含氧和含N的官能团)

酸性官能团:羧基(-COOH),羟基(-OH),羰基(-C=O)

碱性官能团: -CH<sub>2</sub>, -CHR

## 性质\*\*\*\* (超级能吸附的本事)

本身独特的孔隙结构,同时拥有很大的表面积(主要因素)

分子间相互吸附的作用力(次要因素)

## 制备方法\*\*\*\*

### 前处理(选料)

### 炭化(起火开烧)

### 活化(造孔)

活化定义:本质上赋予碳颗粒活性,使炭形成多孔的过程

活化方法包括三种:  
1.物理活化法(直接通入气体进行活化处理)  
2.化学活化法(加入化学药品,在惰性气体保护下加热造孔)  
3.物理化学联合活化法(一边通入气体造孔,一边加入化学物质)

一般来说,CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O蒸气作为活化剂效果较好

影响活化的因素有很多,包括以下

- 活化温度
- 活化剂
- 炭原料种类
- 炭化温度
- 活化剂的流速以及浓度

炭化定义:本质上是有机物热分解过程

炭化目的  
1.去除原材料的挥发成分和水分  
2.形成基本框架  
3.形成初步孔隙

炭化温度直接影响产物的孔隙结构和强度

温度过高,会影响孔隙结构,导致孔造不好

温度过低,会导致炭化产物结构强度不够

## 应用\*\*\*\*

- 净化空气
- 净化水
- 催化剂
- 土壤治理
- 电极材料

## 区别炭化和碳化以及碳酸化\*\*\*\*

炭化本质上就是烧成煤炭,高温热分解有机物

碳化本质上是去除其他非碳元素的过程

碳酸化本质上是通入CO<sub>2</sub>从而生成碳酸盐的过程

## 活性炭和炭黑的区别\*\*\*\*

活性炭的类石墨微晶排列紊乱

难以石墨化

炭黑的类石墨微晶排列有序

容易石墨化

written by 迷茫小帆帆 in 2024.12.6

# 富勒烯

定义：碳的同素异形体（无明确定义）

## 结构 \*\*\*\*\*

每个碳原子以sp<sup>2</sup>杂化轨道与相邻三个碳原子相连，多的一个p轨道在C<sub>60</sub>球壳外围和内部形成大π键  
(这点和石墨一样，不过石墨是层状，这个是球状)

冷知识：富勒烯超级“富”，1g价值1亿英镑

C<sub>60</sub>是一个由12个五边形和20个六边形组成的封闭碳笼，并且12个五边形彼此互不相邻，整个碳笼呈现缺电子性因此可以在笼内笼外引入其他原子或基团

## 性质 \*\*\*\*\*

- 适当的金属掺杂后呈现超导电性
- 铁磁性
- 富勒烯不溶于水，本身呈电负性，易溶于甲苯和CS<sub>2</sub>，在脂肪烃中溶解度随碳原子数增加而增大

### 独立五元环规则 \*\*\*\*\*

稳定的富勒烯结构中所有的五元环都被六元环所隔离，相邻五元环的存在会带来较大的弯曲张力，导致结构不稳定。因此，违反这一规则的富勒烯被称为非常规富勒烯

通过将金属原子或团簇嵌入富勒烯碳笼内，可以有效地稳定非常规富勒烯。

通过在富勒烯分子外部添加原子或分子，可以稳定非常规富勒烯。

环加成反应是富勒烯最重要的改性手段，因为富勒烯本身是缺电子性，只要能给整个分子补充电子，就可以发生加成反应

刚才说过富勒烯可以在笼内笼外引入基团  
如果是笼外引入——富勒烯衍生物  
如果是笼内引入——内嵌富勒烯  
如果是修饰骨架——杂富勒烯和开孔富勒烯

## 制备方法 \*\*\*\*\*

- 电弧放电法**

将电弧室抽成高真空，然后通入惰性气体如氦气。电弧室中安置有制备富勒烯的阴极和阳极，通常在阳极电极中添加铁、镍、铜或碳化钙等作为催化剂。当两根高纯石墨电极靠近进行电弧放电时，石墨棒气化形成等离子体，在惰性气氛下小碳分子经多次碰撞、合并、闭合而形成稳定的C<sub>60</sub>及高碳富勒烯分子
- 太阳能石墨蒸发法**

采用聚焦太阳光作为加热方式，在氦气氛下直接蒸发石墨制备富勒烯。
- 火焰燃烧法**

在低压条件下，苯或甲苯蒸气与氧气按一定比例在特定的装置中混合燃烧，生成有一定量富勒烯的烟灰，而后经提纯处理获得富勒烯。
- 化学气相沉积法 (CVD)**

written by 迷茫小帆船 in 2024.12.7

## 应用 \*\*

- 能够捕捉自由基——作为化妆品和消毒剂
- 能够内嵌分子——作为纳米器件
- 良好的电子受体——作为二次电池以及太阳能电池使用，以及催化剂
- DNA亲和——作为分子药物以及可以实现基因运载
- 超导半导体——可以作为超导体

## 碳的同素异形体家族 \*\*\*\*\*

- 石墨
- 金刚石
- 无定形炭
  - 炭黑
  - 热解石墨
  - 玻璃炭
- 富勒烯
- 碳纳米管
- 石墨烯
- 石墨炔

金刚石

结构\*\*\*\*

属于原子晶体，属于sp3杂化，每个碳原子周围的四个电子都参与形成了共价键，因此金刚石硬度大，熔点高

晶体结构为面心立方，晶体中不存在自由电子，所以这玩意不导电

性质\*\*

物理性质

- 摩氏硬度为10，超级硬！
- 3500°C以上的超高熔点
- 热导率高
- 纯净的金刚石不导电，如果有杂质会形成半导体就可以导电了

化学性质（不是很重要，反正平时这东西很稳定）

常温下这玩意十分稳定，但是温度到800°C以上就可以发生燃烧氧化反应以及石墨化

制备方法\*\*\*\*

冷知识：1克拉钻石=0.2g钻石

- 天然钻石来自于石墨经过高温高压作用产生，再通过火山喷发带出来
- 人工合成方式包括四种
1. 高温高压法 (HTHP) —— high temperature high pressure
  2. 化学气相沉积法 (CVD) \*\*\*\*
  3. 炸药直接模拟高温高压开炸
  4. 金属溶剂还原反应合成金刚石

HTHP方法在于成本昂贵，设备要求苛刻，而且还需要金属催化剂，毕竟只是拙劣的模仿大自然，产品无法代替天然金刚石

CVD化学沉积分为反应气体的激发和活性物质的沉积，应用在金刚石上就是先把C原子激发出来，再使其沉积在基底上慢慢长大形成金刚石

第一步：反应气体的激发

- 必须选择能激发含碳反应物的气相分子
- 必须选择能让反应气体裂化的方式
- CVD方法用的最多的是MWCVD(微波等离子体CVD)，通过甲烷和H2来制备金刚石，这种方法优势在于可以使用更为广泛的反应气体（不用H2可以用O2），并且这个方法相比HFCVD（热丝CVD）来说不需要热丝
- 制备方法尽管6种方式各不相同（具体方法见PPT不多赘述），但共同之处在于通常都要求前驱气体（常见的是CH4）稀释在过量的H2中，并且基底温度要高于700°C，不然生成的就不是钻石而是乱七八糟的碳（无定形碳）了

第二步：活性物质的沉积

- 集体材料的选择
- 有效沉积的获得
  - 为了钻石有效的生长，必须要过量的H2
- 沉淀速度的控制
  - 为了加快钻石生长的速度，从而提高品质，可以加入氧气或者水蒸气以此来降低生长过程中C2H2的浓度来提高H的浓度，同上过量的H2
- 晶面的控制

炸药爆炸合成这种方法首先在TNT当量就不够炸出钻石，其次这种方法炸钻石会使得金刚石颗粒随机的碰撞在一起，会导致生成疏松而多孔的颗粒

金属溶剂还原反应合成金刚石这种方法很容易爆炸，因为你Na（金属溶剂）和CCl4反应，Na太猛了

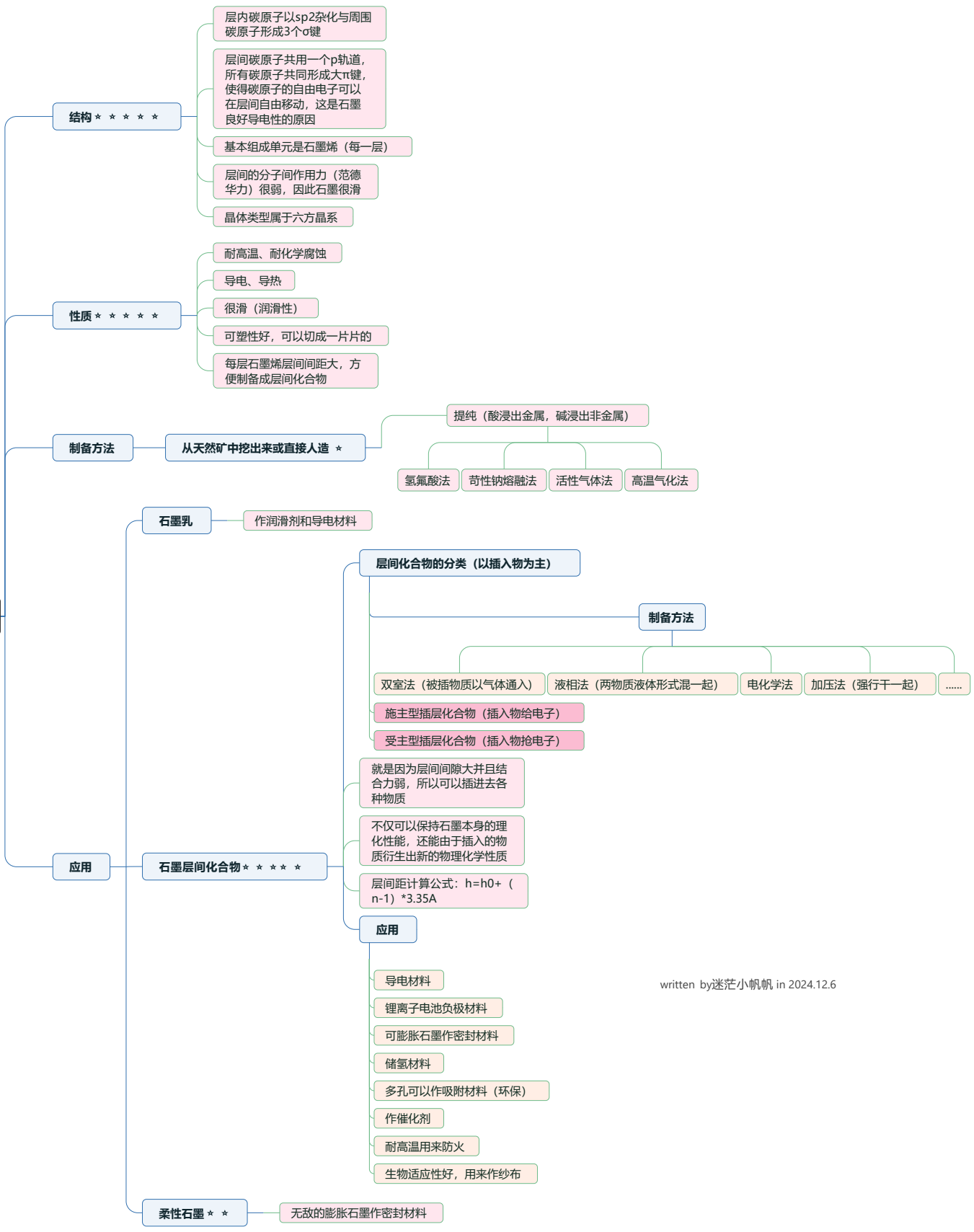
其次这种方法产率只有2%，但你别说真能生成钻石

应用\*\*

- 导热性好，所以可以拿来作为电子器件的散热片以及集成电路
- 纯金刚石可不导电，但是如果有杂质形成P-N结懂吧，就是无敌的半导体材料，作集成电路很好用
- 金刚石非常抗辐射，可以在宇宙飞船上和反应堆里
- 钻石——财富的象征！
- 硬度大，所以通常用来做钻头刀片等切割工具

written by迷茫小帆船 in 2024.12.6

# 石墨



written by迷茫小帆船 in 2024.12.6

# 炭黑

结构 ☆ (较为复杂, 简单说就是无数个六边形组成的层面)

炭黑本质上就是有机物不完全燃烧或者裂解生成 (俗称煤炭)

性质 ☆☆☆☆

世界上最无敌的黑色颜料

超便宜

着色力超厉害, 一抹就黑

超稳定, 耐热耐腐蚀耐光

制备方法 (个人觉得不重要)

应用 ☆☆☆

炭黑的命名 (第一个符号位N或S代表硫化速度, 第二位数代表颗粒大小范围, 后面两位无明确意义)

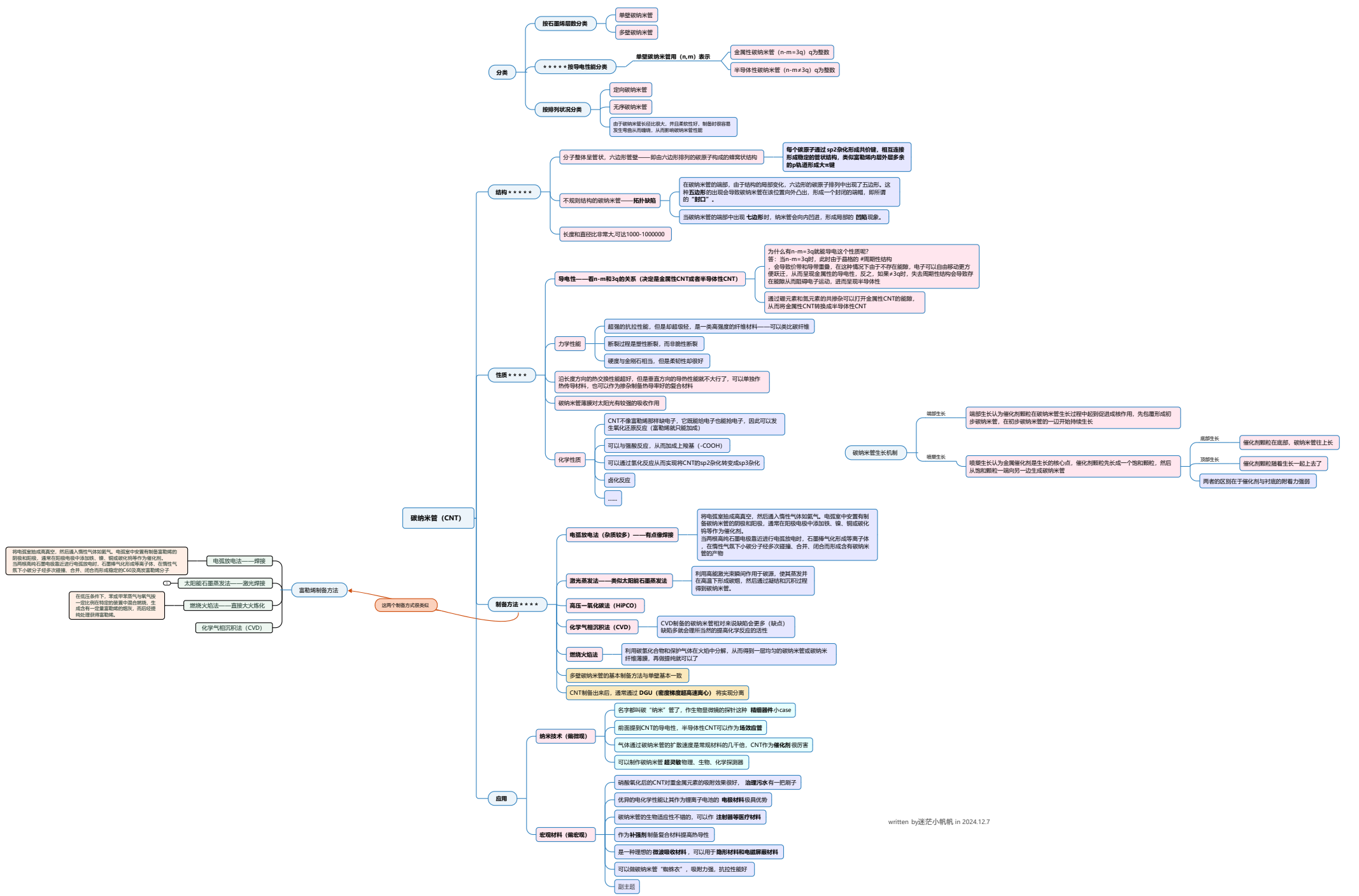
N=normal即正常硫化速度

S=slow即硫化速度慢

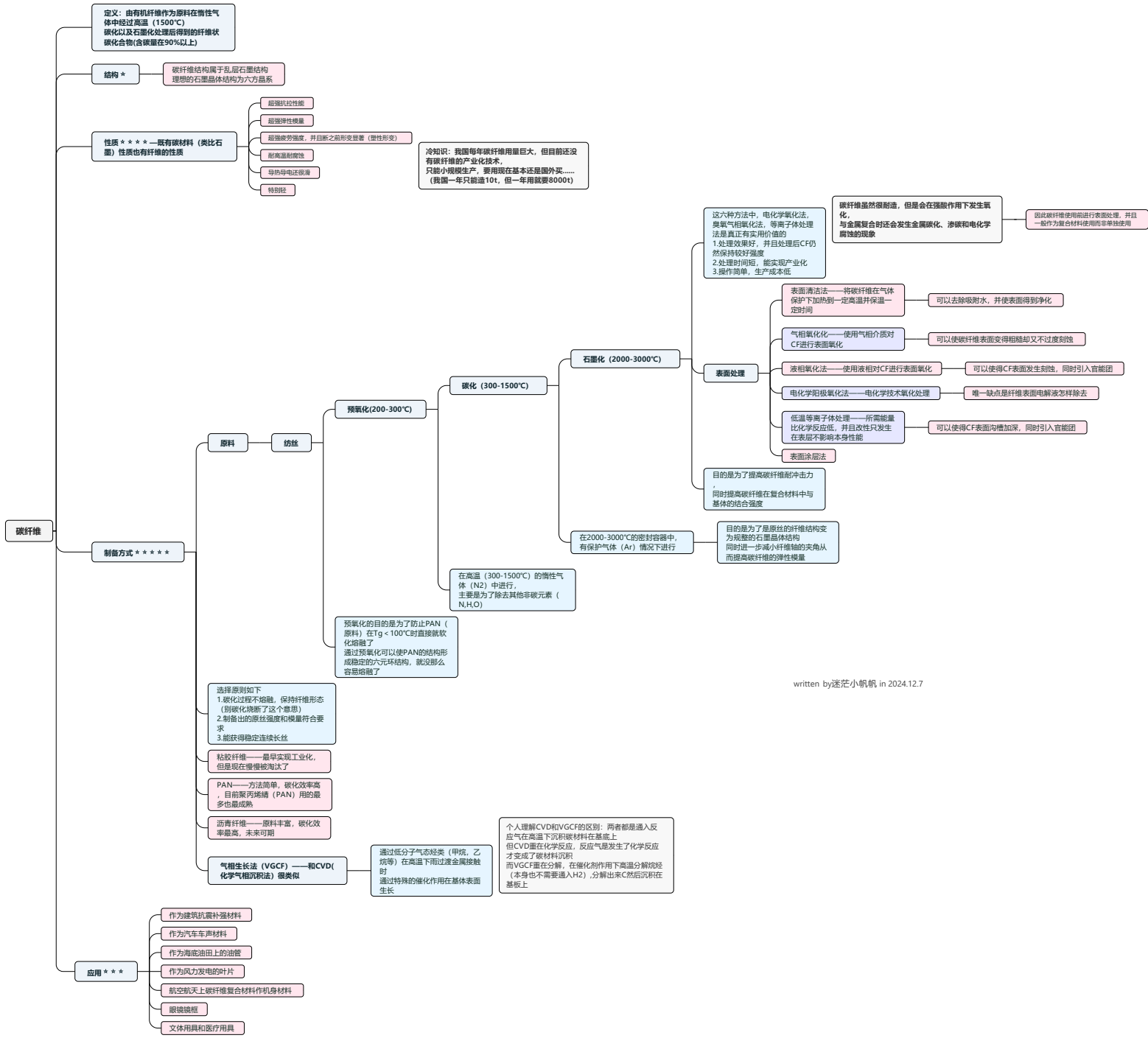
白炭黑主要成分是SiO<sub>2</sub>, 组成通常用SiO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O来表示

炭黑的主要应用就是 颜料以及橡胶的补强剂

written by迷茫小帆船 in 2024.12.6



written by 迷茫小帆船 in 2024.12.7



written by 迷茫小帆船 in 2024.12.7

## 热解炭和热解石墨的区别 ☆☆☆☆

采用的工艺条件（温度）不同

热解石墨采用的温度高得多（1800°C以上）

热解炭的温度比较低

采用的基体不同

## 热解炭（热解石墨）

定义：碳氢化合物在基体表面发生热分解从而沉积在基体表面的炭素材料

（注意热解石墨不是石墨而是炭）

结构（不重要）

制备方法 ☆☆

CVD方法的产物

根据生产工艺条件的不同分为高温热解炭和低温热解炭  
（这里的高温指1800°C以上，这里的低温指1500°C以下）

高温热解炭的基体一般得是静止的  
而低温热解炭的基体可以有非静止的

应用 ☆☆

作为涂层

作为多孔材料的补强材料

制造电子管栅极和坩埚

X射线的单色器就是高定向热解石墨（HOPG）

written by 迷茫小帆帆 in 2024.12.7

玻璃炭是不定形炭，适合做电化学电极材料