

《铝用炭素生产技术》

书籍信息

版次：1

页数：

字数：

印刷时间：2010年12月01日

开本：16开

纸张：胶版纸

包装：平装

是否套装：否

国际标准书号ISBN：9787548702290

内容简介

铝用炭素材料主要包括铝电解生产所必需的阳极炭块、阴极炭块及阴极糊料等，是炭素材料中生产量和消耗量*的一种炭素制品，是铝电解产业链中重要的一个组成部分。我国铝电解工业的迅速发展，有力地推动了铝用炭素工业的发展和生产技术的进步。我国现有铝用炭素生产企业一百多家，每年总产量超过一千万吨，与铝用炭素工业相关联的从业人员超过十万人。

目前，有关铝用炭素生产的专业类书籍较少，尤其是面向基层技术和管理人员学习的基础理论书籍更是缺乏。本书面向基层技术和管理人员，理论与实践相结合，介绍了铝用阳极炭块、阴极制品的基本理论及生产技术、主要设备的工作原理和工艺操作的基本知识，对提高操作人员的专业理论水平具有较好的指导作用。

目录

第1章 铝用炭素概述

- 1.1 自然界中的碳
- 1.2 炭素工业的发展史
- 1.3 自然界碳的存在形式
- 1.4 铝用炭素材料的物理化学性质
- 1.5 铝用炭素材料生产的工艺流程
- 1.6 世界铝用炭素工业的生产技术概况

第2章 铝用炭素生产的原料及燃料

- 2.1 石油焦
- 2.2 沥青焦
- 2.3 无烟煤
- 2.4 煤沥青
- 2.5 炭素制品其他原料和辅助材料
- 2.6 炭素原料的贮存

.....

第6章 混捏

第8章 焙烧

第10章 石墨化阴极

[显示全部信息](#)

在线试读部分章节

第1章 铝用炭素概述

1.1 自然界中的碳

碳是化学元素周期表中第二周期、第四号主族元素，碳的元素符号为C，相对原子量为12.01，原子序数为6，原子核外有6个电子，电子分布状态为1S²2S²2P²。碳元素在自然界分布很广，在地壳元素总量中的丰度为0.08%，占地壳中各元素含量排序的第13位。碳的资源以两种形式存在，一种是循环型资源，如动、植物体中的脂肪、蛋白质、淀粉和纤维素等，生物碳都是碳水化合物，碳被视为组成一切动、植物体的基本元素。这种由植物和动物所代表的生物碳和大气、海洋中的CO₂不断进行着迁移和循环，形成了生物循环圈。另一种是循环速度很慢，数量极大的堆积物，这种堆积物均为化合物，如碳酸盐矿物和有机质堆积物等。天然的近于纯碳的物质数量非常少，如天然金刚石和石墨。无烟煤是最接近纯碳的天然物质。此外，碳含量高的原始物质还有煤、石油等，这些都是与铝用炭素生产原料密切相关的物质。总之，碳是地球上形成化合物最多的元素。从自然界中取得的纯碳(如块炭、石墨)是历经漫长的转化过程的生成物。作为这些近乎纯碳的原始物，可以是煤、石油、植物等。它们是H、O、N、S等有机物的混合体。煤含碳为60~90%，木材含碳约50%，石油含碳为80~90%，天然石墨含碳近100%。因此，炭素原料的来源是非常广泛的。

从炭素观点来看，碳氢化合物转化炭的过程称为炭化。它的反应机理为热解。热解的概念泛指有机化合物在受热时所发生的分解或分解的重合而生成最终产物的过程。石油、煤一般认为是在亿万年以前被埋入地层下的动物和植物，在隔绝空气、受地球热和地层高压等条件下转化的结果。这类物质，仍然为碳氢化合物，但已经有所炭化。而无烟煤可以看作是近乎炭化后期的产物。同理，天然石墨可以认为已完全炭化，并且已经达到了石墨的程度。但是，由于各种状态的差异，也就很难认为所有的天然石墨具有同一形式。自然界中的碳，不管是哪种形式，均可理解为是有机物经热裂反应的生成物。自然界的有机物，合成树脂等人造有机物，不管是气体、液体还是固体，只要在隔绝氧的条件下，在有热的作用下，就可以从烃类化合物中生成炭。

炭化将使碳氢化合物中的碳保留下来，而氢和其它元素通过受热分解被排除逸出。表1-1列出了各种有机物炭化生成的炭。

一般而言，往往称液相炭化生成物为焦，固相炭化生成物为炭。前者是软质炭，后者是硬炭，但有时也有例外。

表1-1 炭素材料的生成

初始原料 中间原料 炭化时形态 生成的炭素材料

石油 重油 液相 石油焦

表1-2 石墨转化为金刚石的条件表 触媒压力(千巴) 温度()

Ni80—CY14—Foe 45 1150 Mn92—2CuO 48 1400 Co 50 1450

Pt80—Co20 55 1500 Fe 53 1400 Ni 55 1400 Mn 57 1500 Ta 65 1800

Pt 70 2000 Cr 70 2000 注：1、千巴：压力单位，1千巴等于987大气压。 2、金属触媒：石墨转化为金刚石的触媒可分为单质触媒和合金触媒两种。目前所用的单质触媒是元素周期表中第Ⅳ族元素和Mn、Ta、CY；合金触媒：Ni—CY；Ni—Fe；Ni—Mn；Fe—Al；Ni—Co；Ni—CY—Fe；Ni—CY—Mn；Co—Cu—Mn等。

石墨结构是由 sp²杂化轨道形成的，即1个s电子和2个p电子杂化形成等价的杂化轨道，位于同一平面上，交角为 120°，它们相互结合形成 σ 键，而1个未参加杂化的2p电子则垂直于平面，形成 π 键，由此构成石墨的六角平面网状结构，以平行于基面的方向堆砌，见图 1-3。

在石墨平面网状层内是 σ 键叠加 π 键，而在六角平面网层间则以较弱的范德华分子键结合。石墨有两种堆砌形式：一种以AB—AB三维空间有序排列（图 1-3a

）称为六方晶系石墨，其碳原子间键长为 $1.4211 \times 10^{-10} \text{m}$ ，层间距 $d=3.3538 \times 10^{-10} \text{m}$ ，晶胞边长 $a=2.4612 \times 10^{-10} \text{m}$ 。晶胞高 c

$=6.7079 \times 10^{-10} \text{m}$ ；另一种是以注ABC—ABC 三维空间有序排列，称为斜方晶系石墨（图 1-3b），这种结构实际上是六方晶系的变态，是由于晶体缺陷造成的。这种石墨在天然石墨中占 20%~30%，当经过3000℃ 热处理后，就成为六方晶系，故这种结构在人造石墨中不存在。具有理想石墨晶体结构的巨大石墨单晶是不存在的，即使从天然鳞片石墨中精选出来的单晶，其尺寸也仅几毫米。但它作为一个科学模型，对炭素材料来说具有重要的指导意义。

石墨有天然石墨和人造石墨两种。天然石墨根据其外观形状又可分为鳞片状和土状石墨。鳞片状石墨，其颗粒外形为鳞片状，外观呈银灰色，有闪闪光泽，手摸有滑腻感，并留有深灰色痕迹；土状石墨，颗粒外形为土粒状，呈深灰色，手摸有较少滑腻感。

天然石墨一般含有较多杂质，较好的天然石墨含炭量可达到90%左右。但大多数低于此值。人造石墨纯度要高得多，一般含炭量可达99%以上。石墨具有良好的导电性，虽然石墨的导电性不能与铜铝金属相比，但与其他非金属材料相比，石墨的导电性是相当高的，石墨的导热性甚至超过了铁、钢、铝等金属材料，石墨又有很好的耐腐蚀性，无论是有机溶剂或无机溶剂，都不能溶解它。在常温下，各种酸和碱与石墨都不能发生化学反应，只是在500℃ 以上的温度时，才与硝酸或氧气以及强氧化介质等起反应。石墨又是一种能耐高温的材料。一般材料在2000℃ 以上早已化为气体或熔融状态，就是一些难熔金属在2500℃ 左右也会软化而失去强度，钨是已知金属材料中熔点最高的，熔点达3410℃，但石墨在此温度下，如果在还原性气氛中，是不会熔化的，只是在3900℃（常压下）时升华为气体。2000℃ 时其强度反而较常温时提高一倍。石墨的弱点是抗氧化性能差，随着温度的提高，氧化速度加剧。如：石墨在450℃ 的空气中或在700℃ 蒸汽中，或在900℃ 的二氧化碳中，经过一定的时间都会不同程度的失重。

1.3.3.煤炭和焦炭——无定形炭

煤炭是泥煤、褐煤、烟煤及无烟煤等的统称。煤炭是几百万年以前的古代植物在地壳变动时被埋在地下，受到一定的温度压力炭化而形成的。各种煤炭的炭化程度相差很大，

泥煤的炭化程度最差，因此，泥煤中含有大量的挥发物，结构疏松，无烟煤炭化程度较高，所以无烟煤的挥发物含量较少，密度与强度都比较高。各种煤炭的成煤过程见表1-3。焦炭是烟煤(炼焦煤)或某些含炭量高的物质(如石油、沥青或渣油、煤沥青等)在高温下，基本隔绝空气加热使之焦化的产物。例如：用煤焦化后可得到冶金焦；用煤沥青焦化可得沥青焦等。

焦炭具有一些和一般煤炭不同的理化性质，如强度大、耐磨、含炭量高，多数焦炭在2000以上高温处理后都能转化为石墨。

各种不同品种的煤炭(或焦炭)其理化性质相差很大，这种差别与各种煤炭(或焦炭)的初始原料的种类炭化过程或热处理温度及杂物含量有直接关系。炭化程度越低(或热处理温度越低)或杂质含量越高，则煤炭(或焦炭)的导电性、导热性、化学稳定性就差。测定煤炭(或焦炭)中元素炭的含量及挥发物的含量可以间接了解各种煤炭(或焦炭)的炭化程度(或热处理温度)。表1-3 各种煤炭的成煤过程

单个C₆₀分子的对称性很高，人们将其描述为平截正20面体形成的32面体，直径为7.1 μ m。C₆₀的共有60个顶角，每一个顶角为两个正六角环和一个正五角环的聚会点，在每一个顶角上有一个碳原子，每个碳原子以二个单键、一个双键与相邻的三个碳原子相连接。每一个六角环，C与C之间以sp²杂化轨道形成共轭双键，而在笼的内外表面都被 π 电子云所覆盖。整个分子是芳香性的。C₇₀的结构为12个五角环和25个六角环围成的一个37面体，碳原子占据70

个顶角位置，有的是两个六角环和一个五角环的聚会点，有的为三个六角环的聚会点。最近报导有C₇₆、C₈₄也为稳定分子，并认为还可能存在如C₁₈₀、

C₂₄₀等碳原子数更大的富勒烯成员。

1.3.5. 碳的结构形式与杂化轨道理论

碳原子的电子构型为1s²2s²2p^x12p^y12p^z，其中1s轨道中的两个电子不参与成键。由能量较低的2s轨道与能量较高的3个2p轨道进行杂化，形成4个简并(即能量相同的)的sp³杂化轨道(sp³-hybrid orbital)。每个sp³杂化轨道含有1/4的s轨道成分，3/4的p轨道成分，其能量高于2s轨道，低于2p轨道。sp³杂化轨道的形状如图所示，四个简并的sp³杂化轨道采取相互尽可能远离的方式在空间排布，从而减少电子间的相互排斥作用，即形成四面体结构，sp³杂化轨道间的夹角为109.5°。每个sp³杂化轨道上各排布一个自旋平行的电子。

碳的2s和2p轨道还可以进行sp²杂化，即一个2s轨道和两个2p轨道杂化，形成三个简并的sp²杂化轨道(sp²-hybrid orbital)。每个sp²杂化轨道含有1/3的s轨道成分，2/3的p轨道成分，其能量高于2s轨道，低于2p轨道。单个sp²杂化轨道的形状类似于sp³杂化轨道。由于电子间的相互排斥作用，3个sp²杂化轨道处于相互远离的方向，即分别伸向平面三角形的3个顶点，因此轨道间夹角为120°，处于同一个平面上。余下一个2p_z轨道垂直于sp²杂化轨道平面。3个sp²杂化轨道与1个2p_z轨道的空间排布如下图所示。

碳原子还可以进行sp杂化，即由1个2s轨道与1个2p轨道杂化形成2个sp杂化轨道(sp-hybrid orbital)。每个sp杂化轨道含有1/2的s轨道成分，1/2的p轨道成分，其能量高于2s轨道，低于2p轨道。sp杂化轨道的形状类似sp³杂化轨道。由于电子间的相互排斥作用，这两个轨道处于相互远离的方向，即轨道间夹角为180°，处于同一直线上。余下两个2p_y、2p_z轨道与两个sp杂化轨道所在的直线相互垂直。sp杂化碳原子的轨道示意如下图所示。

实验事实表明，碳正离子和碳自由基具有平面结构，而碳负离子则呈角锥状，因此在碳正离子和碳自由基中，碳原子都采用 sp^2 杂化方式，并使用3个 sp^2 杂化轨道形成3个键，形成一个平面的分子。不同的是，在碳正离子中，2p轨道上没有电子，而在碳自由基中，2p轨道上有一个单电子。碳负离子的结构与碳正离子或碳自由基不同，因为带负电荷的碳原子最外层有3对成键电子和1对未成键电子，这样的4对电子需要采取相互远离的方式排列，因此碳负离子采用 sp^3 杂化轨道成键，未成键电子对与3个共价键形成一个四面体结构。碳正离子、碳自由基和碳负离子的结构对比如下图所示。

[显示全部信息](#)

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

[更多资源请访问www.tushupdf.com](http://www.tushupdf.com)