



四川轻化工大学课程实施大纲

课程名称：炭材料工程基础

授课班级：能化 2023 级 1、2、3 班

任课教师：李刚

工作部门：化学工程学院化工系

联系方式：13778594187（短号 62221）

四川轻化工大学 制

2025 年 9 月

《炭材料工程基础》课程实施大纲

基本信息

课程代码：16751004

课程名称：炭材料工程基础

学 分：2

总 学 时：32

学 期：第 5 学期

上课时间：第 9~16 周，周二下午 7、8 节、周五上午 1、2 节

上课地点：N1-422 教室

答疑时间和方式：课堂、QQ（956414953）

答疑地点：上课教室

授课班级：能化 2023 级 1、2、3 班

任课教师：李刚

学 院：化学工程学院

邮 箱：956414953@qq.com

联系电话：13778594187

目 录

1. 教学理念.....	1
1.1 关注学生的发展.....	1
1.2 关注教学的有效性.....	2
1.3 关注教学的策略.....	2
1.4 关注教学价值观.....	4
2. 课程介绍.....	5
2.1 课程的性质.....	5
2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用.....	5
2.3 课程的前沿及发展趋势.....	6
2.4 学习本课程的必要性.....	7
3. 教师简介.....	7
3.1 教师的职称、学历.....	7
3.2 教育背景.....	7
3.3 研究兴趣.....	8
4. 先修课程.....	8
5. 课程目标.....	8
5.1 知识与技能方面.....	8
5.2 过程与方法方面.....	9
5.3 情感、态度与价值观方面.....	9
6. 课程内容.....	10
6.1 课程的内容概要.....	10
6.2 教学重点、难点.....	11
6.3 学时安排.....	12
7.课程教学实施.....	13
7.1（第1单元）.....	13
7.1.1 教学日期.....	13
7.1.2 教学目标.....	13
7.1.3 教学内容.....	13
7.1.4 教学过程.....	14
7.1.5 教学方法.....	14
7.1.6 作业安排及课后反思.....	18
7.1.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	18
7.1.8 教学单元的参考资料.....	18
7.2（第2单元）.....	18
7.2.1 教学日期.....	18
7.2.2 教学目标.....	19
7.2.3 教学内容.....	19
7.2.4 教学过程.....	19
7.2.5 教学方法.....	19
7.2.6 作业安排及课后反思.....	22
7.2.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	22
7.2.8 教学单元的参考资料.....	22
7.3（第3单元）.....	22

7.3.1 教学日期.....	22
7.3.2 教学目标.....	23
7.3.3 教学内容.....	23
7.3.4 教学过程.....	23
7.3.5 教学方法.....	23
7.3.6 作业安排及课后反思.....	26
7.3.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	27
7.3.8 教学单元的参考资料.....	27
7.4 (第 4 单元)	27
7.4.1 教学日期.....	27
7.4.2 教学目标.....	27
7.4.3 教学内容.....	27
7.4.4 教学过程.....	27
7.4.5 教学方法.....	28
7.4.6 作业安排及课后反思.....	29
7.4.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	29
7.4.8 教学单元的参考资料.....	29
7.5 (第 5 单元)	30
7.5.1 教学日期.....	30
7.5.2 教学目标.....	30
7.5.3 教学内容.....	30
7.5.4 教学过程.....	30
7.5.5 教学方法.....	31
7.5.6 作业安排及课后反思.....	32
7.5.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	32
7.5.8 教学单元的参考资料.....	32
7.6 (第 6 单元)	33
7.6.1 教学日期.....	33
7.6.2 教学目标.....	33
7.6.3 教学内容.....	33
7.6.4 教学过程.....	33
7.6.5 教学方法.....	33
7.6.6 作业安排及课后反思.....	34
7.6.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	34
7.6.8 教学单元的参考资料.....	34
7.7 (第 7 单元)	35
7.7.1 教学日期.....	35
7.7.2 教学目标.....	35
7.7.3 教学内容.....	35
7.7.4 教学过程.....	35
7.7.5 教学方法.....	35
7.7.6 作业安排及课后反思.....	37
7.7.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	37
7.7.8 教学单元的参考资料.....	37

7.8 (第 8 单元)	38
7.8.1 教学日期	38
7.8.2 教学目标	38
7.8.3 教学内容	38
7.8.4 教学过程	38
7.8.5 教学方法	38
7.8.6 作业安排及课后反思	40
7.8.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	40
7.8.8 教学单元的参考资料	40
7.9 (第 11 单元)	40
7.9.1 教学日期	40
7.9.2 教学目标	40
7.9.3 教学内容	40
7.9.4 教学过程	41
7.9.5 教学方法	41
7.9.6 作业安排及课后反思	42
7.9.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	42
7.9.8 教学单元的参考资料	42
7.10 (第 10 单元)	43
7.10.1 教学日期	43
7.10.2 教学目标	43
7.10.3 教学内容	43
7.10.4 教学过程	43
7.10.5 教学方法	43
7.10.6 作业安排及课后反思	45
7.10.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	45
7.10.8 教学单元的参考资料	45
7.11 (第 11 单元)	45
7.11.1 教学日期	45
7.11.2 教学目标	45
7.11.3 教学内容	45
7.11.4 教学过程	46
7.11.5 教学方法	46
7.11.6 作业安排及课后反思	47
7.11.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	47
7.11.8 教学单元的参考资料	47
7.12 (第 12 单元)	47
7.12.1 教学日期	47
7.12.2 教学目标	47
7.12.3 教学内容	47
7.12.4 教学过程	48
7.12.5 教学方法	48
7.12.6 作业安排及课后反思	50
7.12.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	50

7.12.8 教学单元的参考资料.....	50
7.13 (第 13 单元)	50
7.13.1 教学日期.....	50
7.13.2 教学目标.....	50
7.13.3 教学内容.....	50
7.13.4 教学过程.....	51
7.13.5 教学方法.....	51
7.13.6 作业安排及课后反思.....	52
7.13.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	52
7.13.8 教学单元的参考资料.....	52
7.14 (第 14 单元)	52
7.14.1 教学日期.....	52
7.14.2 教学目标.....	52
7.14.3 教学内容.....	52
7.14.4 教学过程.....	53
7.14.5 教学方法.....	53
7.14.6 作业安排及课后反思.....	56
7.14.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	56
7.14.8 教学单元的参考资料.....	56
7.15 (第 15 单元)	56
7.15.1 教学日期.....	56
7.15.2 教学目标.....	56
7.15.3 教学内容.....	56
7.15.4 教学过程.....	57
7.15.5 教学方法.....	57
7.15.6 作业安排及课后反思.....	59
7.15.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	59
7.15.8 教学单元的参考资料.....	59
7.16 (第 16 单元)	60
7.16.1 教学日期.....	60
7.16.2 教学目标.....	60
7.16.3 教学内容.....	60
7.16.4 教学过程.....	60
7.16.5 教学方法.....	61
7.16.6 作业安排及课后反思.....	62
7.16.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	63
7.16.8 教学单元的参考资料.....	63
8. 学生课程学习要求.....	63
8.1 学生自学的要求.....	63
8.2 课外阅读的要求.....	63
8.3 课堂讨论的要求.....	64
8.4 课程实践的要求.....	64
9. 课程考核方式及评分规程.....	64
9.1 出勤(迟到、早退等)、作业、报告等的要求.....	64

9.2 成绩的构成与评分规则说明.....	64
9.3 考试形式及说明.....	65
10. 学术诚信规定.....	65
10.1 考试违规与作弊.....	65
10.2 杜撰数据、信息等.....	65
10.3 学术剽窃等.....	65
11. 课堂规范.....	65
11.1 课堂纪律.....	65
11.2 课堂礼仪.....	66
12. 课程资源.....	67
12.1 教材与参考书.....	67
12.2 专业学术专著.....	67
12.3 专业刊物.....	68
12.4 网络课程资源.....	68
12.5 课外阅读资源.....	68
13. 学术合作备忘录.....	68
13.1 教师作出师德师风承诺.....	68
13.2 阅读课程实施大纲，理解其内容.....	69
13.3 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望.....	70
14. 其他必要说明.....	70

1. 教学理念

“学生中心，教师主体，引领社会。”

1.1 关注学生的发展

教师是“人类灵魂的工程师”，教师是最可亲可敬的人。作为一名教师，“教书育人”是我们最本质的工作，但是“教书”不只是教会学生们书本上的知识，还应更关注学生其它各方面的发展。

教育的本质则在协助学生探索自我，并从发现自我、开启自我到实现自我，进而能不断地超越自我。其目的都是更好地为学生发展服务，务求可让学生得到可持续发展的能力，从而提高学生的全面素质。

那么，如何切实做到关注学生的发展？应该从以下几点入手：

一、真正做到“学生中心”，现代教育的特征就是发展人的主体性，追求人的全面发展。如果教师还一直充当“主角”，而学生仅仅充当的是“配角”，剥夺了学生自主学习的权力，必定对学生的全面发展造成影响。教师应“以学生的发展为本”，因此，教师要牢固树立以学生为中心的教学观念，激发学生参与意识，把主动权归还学生，相信每一位学生都有发展，给学生提供更多的参与机会，给学生搭建一个自主学习的舞台，培养学生为了适应未来的生活而努力准备。

二、关注学生的“学习兴趣” 学生的学习兴趣直接影响一节课的教学效果，因为“兴趣是最好的教师”，“没有兴趣的学习，无异是一种苦役；没有兴趣的地方，就没有智慧和灵感。”入迷才能叩开思维的大门，智力和能力才能得到发展。课堂上看学生的学习兴趣如何，可从这几点观察：教师是否有创设各种情境诱发学生的求知欲；教师是否能提出矛盾的问题，引起学生的疑惑；教师是否以生动的实例，描述枯燥的概念，使比较抽象的内容变得通俗形象；教师是否有利用思辨问题或实验结论作引导，这样既可激发学生的学习兴趣又可启发学生的思考。

三、关注学生情感、态度与价值观的体现与发展 作为老师，在强调学习基本知识的过程中，要潜移默化地培养学生积极的人生态度，正确的价值观、人生观和科学的世界观，使学生在学习知识的过程中学会正确的价值选择，逐步具有社会责任感，努力为人民服务，树立远大理想。

四、关注每一个学生的发展 每个学生是不同的个体，有着不同的生活背景，他们在学习中有不同的经验与体会，对同一个问题的解决，不同的学生也会表现出不同的思维习惯及见解。美国哈佛大学心理学家加德纳的《智力的结构：多元智能理论》告诉我们：每个人都有着八种智能，而且每个人这八种智能的发展也将不同，所以教师的教学要关注学生个性差异，学生不是一个机器制造出来的工业品，要承认和接受学生身心发展、认知规律的差异，不能强求一致。最后，还应多表扬，激励学生，让学生们变得更主动，更自信！

1.2 关注教学的有效性

教学的有效性是提高教学质量的关键

关注教学的有效性就是关注教学到底在多大程度上对学生产生教育教导作用。它表明教学过程中教师监控学生学习的程度和学生真正发生学习的程度。教学的有效性和教学效益密切相关，是提高教学质量的关键。

有效学习是指学生能学习终身受用的知识，发展终身受用的能力和培养良好的非智力因素（如态度、兴趣、动机、意志、习惯等）。有效学习表明了现代的效率观，凸现了学生的主体性和现代学习观，是对教学价值的全面提升。追求的教学效益的最终目的乃是为了学生的发展。

教学的有效性，从微观上说，教学时间有效、教学内容有效，有效是指课堂教学有效率，知识的掌握上有效果；宏观上是为学生的终生发展奠基,教学有效益。

有效教学的灵魂是要有既定的教学目标；营造氛围是根本；洞察学生心理是基础。这就好比木桶理论，课堂教学、课后复习，教师的教、学生的学，一个也不能少，哪块木板也不能短。通过师生的共同努力，使师生都在繁重的劳作中得到提升，还给学生思考的时间与空间，真正落实教学内容。本课程要达到教学高效，控制节奏是要务，语言表达是关键。

1.3 关注教学的策略

教学的策略是指以一定的教育思想为指导，在特定的教学情境中，为实现教学目标而制定并在实施过程中不断调适、优化，以使教学效果趋于最佳的系统决

策与设计。是在教学过程中，为完成特定的目标，依据教学的主客观条件，特别是学生的实际，对所选用的教学顺序、教学活动程序、教学组织形式、教学方法和教学媒体等的总体考虑。也就是说教学策略是在教学的过程中，各个环节中使用的指导思想和方法。

教学的策略有以下 6 个特性：

1、对教学行为的指向性。教学策略是为实际的教学服务的，是为了达到一定的教学目标和教学效果。目标是教学整个过程的出发点。教学策略的选择行为不是主观随意的，而是指向一定的目标的。业已作出的选择行为在具体的情景中会遇到预测不到的偶然事件，为了达到特定的目标，教师个体需要对选择行为进行反省，继而作出再选择，直到达到目标。

因此，任何教学策略都指向特定的问题情境、特定的教学内容、特定的教学目标，规定着师生的教学行为。放之四海皆准的教学策略是不存在的。只有在具体的条件下，在特定的范畴中，教学策略才能发挥出它的价值。当完成了既定的任务，解决了想解决的问题，一个策略就达到了应用的目的，与其相应的手段、技巧不再继续有效，而必须探索新的策略。

2、结构功能的整合性。教学过程是一个彼此之间相互联系、相互作用的整体，其中的任何一个子过程都会牵涉到其他过程。因此，在选择和制订教学策略时，必须统观教学的全过程，综合考虑其中的各要素。在此基础上对教学进程和师生相互作用方式作全面的安排，并能在实施过程中及时地反馈、调整。也就是说，教学策略不是某一单方面的教学谋划或措施，而是某一范畴内具体教学方式、措施等的优化组合、合理构建、和谐协同。

3、策略制订的可操作性。任何教学策略都是针对教学目标的每一具体要求而制订的，具有与之相对应的方法、技术和实施程序，它要转化为教师与学生的具体行动。这就要求教学策略必须是可操作的。没有可操作性的教学策略是没有实际价值的。任何教学策略都应该是针对教学目标中的具体要求而形成的，具备相对应的方法技巧，从这个角度来说，教学策略就是达到教学目标的具体的实施计划或实施方案，并且可以转化为教师的外部动作，最终通过外部动作来达到教学目标。

4、应用实施的灵活性。教学策略不是万能的，不存在一个能适应任何情况

的教学策略。同时，教学策略与教学问题之间的关系也不是绝对的对应关系。同一策略可以解决不同的问题，对不同的学习群体也会产生不同的教学效果。

5、教学策略的调控性。由于教学活动元认知过程的参与，教学策略具有调控的特性。元认知表现为主体能够根据活动的要求，选择适当的解决问题的方法，监控认知活动的进程，不断取得和分析反馈信息，及时调控自己的认知过程，维持和修正解决问题的方法和手段。教学活动的元认知就是教师对自身的教学活动的自觉意识和自觉调节，教师能够根据对教学的进程及其各种要素的认识反思，及时把握教学过程中的各种信息，及时反馈和调整教学的进程及师生相互作用的方式，推进教学的展开，向教学目标迈进。

6、策略制订的层次性。教学具有不同的层次。不同的教学层次就有不同的达到教学目的的手段和方法，也就有不同的教学策略。另外，不同层次的教学策略之间尤其是相邻层次的教学策略之间是相互联系的，高一层次的策略可分解为低一层次的教学策略，指导和规范低一层次的教学策略。

1.4 关注教学价值观

教学的价值观是指人们对教学价值的认识、态度、评价等的总称，以及在此基础上所确定的行为取向标准，也就是教学这一现象所具有的价值在人的主观意识中的反映。教学的价值观的全部秘密就在于回答“教学的价值是什么？”这一问题。

教学作为一种存在具有一定的要素、结构、功能，它们构成了教学的属性，这种属性决定了教学对人有哪些用途和作用的大小如何，它是教学价值产生的源泉。但教学的属性本身还不是教学价值，只有人的教学需要介入后，属性是否对人有意义，且意义的性质、方向、程度等才能显示出价值来。否则，这些属性作为教学自身具有的性质对人而言只能是一种知识，不会同人的社会实践活动发生联系，不会自动成为教学的价值属性。应该说，教学的属性与人的教学需要是构成教学价值的两个不可或缺的要素，既不能单纯地归结为教学的特性，也不能以教学需要为惟一法典，教学价值是上述两者的结合而形成的，而促使这两个要素发生实质性联系的是教学活动，教学活动使得抽象的教学属性得以在现实中展现。正是在教学活动中，人们凭借“主体的尺度”和“客体的尺度”使教学属性

和教学需要两个原本彼此独立静止的体系发生了实质性的联系,在相互作用中不断形成教学价值。因此,教学价值是教学活动中教学属性和教学需要满足之间的关系,而教学价值观就是人们对教学活动中教学属性和教学需要满足之间的认识和看法。价值观在教学思想领域的具体体现,既具有价值观的普遍属性,又带有教学领域的特点,最终通过多种多样的目的追求表现出来。

2. 课程介绍

2.1 课程的性质

本课程是能源化学工程本科专业的复合培养课程,选修课,2 学分 32 学时,安排在大三第一学期。

2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用

能源化学工程专业是教育部于 2010 年增设的一门高等学校战略性新兴产业相关本科专业,主要涉及煤、石油、天然气、生物质、氢能等规模化加工、生产过程中的工艺与工程技术问题。

我校的能源化学工程本科专业设立于 2012 年。我校的能源化工专业定位是根据国家战略性新兴产业的相关需求,培养具备能源化学工程及相关学科的基本理论、基本技能和专业知识,能够在煤炭以及生物质等含碳能源的高效洁净转化利用、污染控制,以及新型碳材料、新能源等领域从事新技术开发、工艺和设备设计、技术改造及生产经营管理,具有创新精神和实践能力的高素质应用型人才。

炭材料工程基础是能源化学工程专业的一门复合培养课程。是面对传统的炭黑、石油焦、石墨电极、常规块状炭材料、活性炭,人造金刚石等传统炭材料,以及热解炭、玻璃炭等特殊炭材料所设立的一门课程。本课程讲授各种炭材料的结构、特性,和制造原理。关于国家战略新材料碳纤维,和最前沿的石墨烯、碳纳米管等内容将在后续的选修课程《碳纤维与纳米炭材料》中讲授。

本课程的核心知识包括 3 个方面:1、各种炭材料的基本结构与性质; 2、各种炭材料的生产原理与基本工艺流程;3、各种炭材料的应用。

2.3 课程的前沿及发展趋势

炭材料是以煤、石油和它们的加工产物等有机物质作为主要原料，经过一系列加工处理所制得的非金属材料，主要成分是碳。

炭材料是一种古老的材料，早在数千年前就用作金属冶炼的还原剂和燃料，即利用其化学性质；从十九世纪开始，相继制成电池电极、电弧炭棒，电机炭刷直至炼钢电弧炉用电极，即利用其物理性质。炭材料又是一种新型的材料，二次世界大战后，炭材料被用作核反应堆的减速剂和屏蔽材料。1960 年前后，炭纤维问世，打破了炭材料的传统概念，从此人们更加重视的是利用炭材料的功能性质。当今，炭材料已发展成为一大类品种繁多、用途广泛、功能优异的材料，大量应用于冶金、化工、机械、电子、电器、航空、核能、医药等工业领域和生物工程、文体器材等民用方面，成为国民经济不可缺少的材料。

进入 21 世纪以来，出现了代表最新科技发展发现的纳米炭材料，富勒烯，碳纳米管，和石墨烯。特别是石墨烯，已进入大规模产业化的前夜，包括四川省在内的很多省份已有很多高科技企业蓄势待发。这都要求我们学习炭材料的基础知识。

炭材料之所以获得如此广泛的应用，是由于它具有多方面的物理、化学特性以及这些理化特性的巧妙结合，使得它具备其它工业材料所不具备的种种性能。

截至目前，用途最广、产量吨位最大的仍然是粘结成型的炭材料，即人造石墨电极、人造石墨阳极、耐高温炭材料、耐磨炭材料、不透性石墨材料、高纯石墨材料和高强石墨材料等常规块状石墨系制品。但是，不用粘结剂的炭材料，即热解碳与热解石墨等热解碳系制品、碳纤维及其复合材料等碳纤维系制品、碳分子筛和纤维状活性炭等活性炭系制品、玻璃碳与多孔碳等树脂碳系制品、人造金刚石、类金刚石膜等新型炭材料产业已逐渐走向成熟，其功能之优异，令人瞩目。石墨烯、碳纳米管等最前沿的纳米炭材料则正在迅速发展，逐渐从理论研究走向实际应用。

预计，今后炭材料科学发展将以下列三个方面为主导方向。

(1) 对于粘结成型炭材料，将以提高产品质量和降低生产能耗为主要目标。为此，势必在原料制备技术和生产工艺设备两个方面要有所进步。

(2) 对于新型炭材料，将以研制新品种和开发新功能为主要目标。其中，

具有我国自主知识产权的高性能级碳纤维的制造技术和碳纤维复合材料制造技术将逐渐成熟，从“新型炭材料”逐渐转变为“传统炭材料”。

(3) 石墨烯、碳纳米管研究开发将逐渐从理论研究向实际应用继续迈进。碳材料科学的基础研究将进一步深化，尤其是微结构研究，形成机理研究以及界面化学物理的研究。

2.4 学习本课程的必要性

炭材料工程基础是能源化学工程专业的一门复合培养课程。

炭材料是以煤、石油和它们的加工产物等有机物质作为主要原料，经过一系列加工处理所制得的非金属材料，主要成分是碳。

传统炭材料包括石墨块、活性炭、炭黑、天然钻石等；新型炭材料包括碳纤维、玻璃碳、定向热解碳、石墨层间化合物、人造钻石、类金刚石膜等；现在最前沿的纳米炭材料包括富勒烯、碳纳米管、石墨烯等。上述炭材料不论是对于传统的冶金、机械、原子能工业，还是对于世界各国一直都在竞相角力的航空、航天、国防工业，还是对于当前最前沿的纳米科技领域，都具有特别重大的意义。

本课程主要讲授上述炭材料的基本结构和基本性质，包括其微观结构、晶体结构、宏观结构，力、热、电、磁性质，化学性质、核物理性质等。并按照是否需要添加粘结剂，和原料的状态是气相、液相或固相作为分类方法，分门别类地讲授以上各种炭材料的基本生产方法和原理。

3. 教师简介

3.1 教师的职称、学历

李刚，讲师，博士研究生学历。

3.2 教育背景

本科、硕士、博士的学业均在太原理工大学完成。本科期间所学专业为工业分析，毕业后分配至山西临汾染料厂制冷车间工作一年。硕士期间所学专业为化

学工艺，研究方向为煤气脱硫，毕业后先后在北京超品计算机公司担任科技翻译两年、在北京国电清新环保技术股份有限公司担任脱硫工程师两年。博士期间所学专业为化学工艺，研究方向为煤直接液化。博士毕业后来四川轻化工大学工作，从事能源化学工程专业的教学和科研工作至今。

3.3 研究兴趣

碳中和。

4. 先修课程

本课程的先修课程为《化工原理》。

5. 课程目标

- 1、掌握各类炭材料的基本结构和基本性质，包括微观结构、晶体结构、宏观结构，力、热、电、磁性质，化学性质、核物理性质等，和它们的基本生产方法和原理，具有正确地分析有关炭材料生产工艺、技术原理问题的初步能力；
- 2、深刻理解各类炭材料的结构、生产方法的共性规律和个性特点，具有运用炭材料工程基本知识解决一般复杂程度的炭材料工程问题的能力，为进入炭材料的生产、研发领域打好基础；
- 3、具有与炭材料有关的分析、计算和使用技术资料等方面的基本技能；

5.1 知识与技能方面

本课程的内容包括各种炭材料的结构、特性、制备等方面的基础知识。本课程内容的核心和重点包括：1、各种炭材料的基本结构与性质； 2、各种炭材料的生产原理与基本工艺流程；3、各种炭材料的应用。通过本课程的学习，要深刻掌握上述基础知识。

5.2 过程与方法方面

炭材料是一种古老的材料，早在数千年前就用作金属冶炼的还原剂和燃料，即利用其化学性质；从十九世纪开始，相继制成电池电极、电弧炭棒，电机炭刷直至炼钢电弧炉用电极，即利用其物理性质。炭材料又是一种新型的材料，二次世界大战后，炭材料被用作核反应堆的减速剂和屏蔽材料。1960 年前后，炭纤维问世，打破了炭材料的传统概念，从此人们更加重视的是利用炭材料的功能性质。当今，炭材料已发展成为一大类品种繁多、用途广泛、功能优异的材料，大量应用于冶金、化工、机械、电子、电器、航空、核能、医药等工业领域和生物工程、文体器材等民用方面，成为国民经济不可缺少的材料。

炭材料之所以获得如此广泛的应用，是由于它具有多方面的物理、化学特性以及这些理化特性的巧妙结合，使得它具备其它工业材料所不具备的种种性能。

炭材料是一门实践性很强并处于迅速发展的学科。在学习过程中应预习与及时复习，搞清有关基本概念和掌握基本数据，并不断拓宽知识面。同时，既要重视书本知识，又要密切关注当前的最前沿进展。理论联系实际，努力提升自己分析问题与解决问题的能力，刻苦钻研、勇于创新，促进炭材料知识的发展与完善。

5.3 情感、态度与价值观方面

情感态度与价值观作为一个人对待科学事物的最基本看法与倾向性，对他的科学学习与探究活动具有很强的导向与制约作用。在科学发展史上，许多科学家正是因为有了科学的献身精神，不怕艰险，孜孜不倦地在攀登科学高峰的崎岖小路上不畏劳苦，勇敢前进，才取得了一个又一个的辉煌成就。

热爱科学，积极参与科学事业，具有正确科学价值观的人，即使知识、技能稍欠缺些，也会激励他奋斗，钻研知识，学习技能，创造出有价值的成果。

精神可以变物质，反之物质也可以变精神。人的精神从来就是一定物质与环境的反映，科学知识、技能的积累也会使人逐步建立起对世界及周边事物的科学认识，培养对科学的情感，形成科学价值观，孕育科学精神。在校的大学生们应当有千里之行，始于足下的精神，严格要求，一步一个脚印地努力前进。

科学知识与技能是中性的，既可以对人类产生积极作用，也可以产生消极作用，关键是看掌握科学知识与技能的人具有什么样的情感态度与价值观。要使科学活动具有积极的社会意义与价值，首先要求掌握科学知识与技能的人具有积极的有利于社会的情感态度与价值观。从这个意义上说，情感态度与价值观是整个科学活动中的导向性因素，起着决定方向的作用。

通过本课程的学习要促进学生培养成具有科学素养，立志于献身能源化学工程事业的接班人。

6. 课程内容

6.1 课程的内容概要

本课程的内容概要分章叙述如下：

第 1 章 绪 论

1.1 炭材料的基本概念；1.2 炭材料的发展历史；1.3 炭材料的应用简介；1.4 炭材料生产方法的分类；1.5 课程安排

第 2 章 炭材料的结构

2.1 碳元素概述；2.2 炭的晶体结构与同素异形体；2.3 炭材料结构的复杂性。

第 3 章 炭材料的一般性质

3.1 炭材料的空间性状；3.2 炭材料的力学性质；3.3 炭材料的热学性状；3.4 炭材料的电磁学性质；3.5 炭材料的一般化学性状；3.6 炭材料的核物理性质。

第 4 章 炭黑

4.1 气相炭化概述；4.2 炭黑概述；4.3 炭黑的结构；4.4 炭黑的形成机理；4.5 炭黑生产工艺。

第 5 章 石油焦

5.1 液相炭化概述；5.2 石油焦概述；5.3 延迟焦化；5.4 针状焦。

第 6 章 木炭与活性炭

6.1 活性炭的基本概念；6.2 木炭；6.3 木质活性炭生产工艺；6.4 煤质活性

炭生产工艺；6.5 活性炭的应用。

第7章 石墨电极

7.1 石墨电极概述；7.2 煅烧、破碎、配料、混捏、成型；7.3 焙烧、浸渍；7.4 石墨化、机械加工

第8章 常规块状炭材料

8.1 常规块状炭材料概述；8.2 铝电解工业用炭材料；8.3 炼硅炉用炭材料；8.4 电石炉用炭材料；8.5 耐火炭素材料；8.6 核石墨；8.7 电碳；8.8 化工用炭材料。

第9章 新型炭材料

9.1 新型炭材料概述；9.2 气相炭化法新型炭材料；9.3 液相炭化法新型炭材料；9.4 固相炭化法新型炭材料；9.5 其它非炭化方法新型炭材料。

第10章 人造金刚石

10.1 天然金刚；10.2 人造金刚石；10.3 金刚石薄膜；10.4 类金刚石薄膜。

6.2 教学重点、难点

各章的重点和难点分述如下：

本课程的内容概要分章叙述如下：

第1章 绪论

【重点】炭材料的基本概念

【难点】炭材料生产方法的分类

第2章 炭材料的结构

【重点】炭材料结构

【难点】炭材料结构的复杂性

第3章 炭材料的一般性质

【重点】炭材料的力学性质

【难点】炭材料的电磁学性质

第4章 炭黑

【重点】炭黑生产工艺

【难点】炭黑的形成机理

第5章 石油焦

【重点】延迟焦化

【难点】针状焦

第6章 木炭与活性炭

【重点】煤质活性炭生产工艺

【难点】活性炭的应用

第7章 石墨电极

【重点】石墨电极生产工艺

【难点】石墨化机理

第8章 常规块状炭材料

【重点】铝电解工业用炭材料

【难点】核石墨

第9章 新型炭材料

【重点】液相炭化法新型炭材料

【难点】其它非炭化方法新型炭材料

第10章 人造金刚石

【重点】人造金刚石

【难点】人造金刚石薄膜

6.3 学时安排

表1 学时安排

内 容	学时
第1章 绪论	2
第2章 炭材料的结构	2
第3章 炭材料的一般性质	2
第4章 炭黑	4
第5章 石油焦	4
第6章 木炭与活性炭	4
第7章 石墨电极	6
第8章 常规块状炭材料	4
第9章 新型炭材料	2

第 10 章 人造金刚石	2
合计	32

7.课程教学实施

本课程总共 32 学时，分为 16 个单元讲授，每单元 2 节课，每个单元的教学实施详情如下：

7.1（第 1 单元）

7.1.1 教学日期

第 1 次上课，共 2 节课。

7.1.2 教学目标

通过本单元的学习，需要掌握有关炭材料的基本概念、炭材料的晶体结构与宏观组织。

7.1.3 教学内容

本单元的教学内容为第 1 章“绪论”，具体内容为：

- 1.1 炭材料的基本概念
- 1.2 炭材料的发展历史
- 1.3 炭材料的应用简介
- 1.4 炭材料生产方法的分类
- 1.5 课程安排

本单元的重点和难点分别是：

【重点】炭材料的基本概念；

【难点】炭材料生产方法的分类。

7.1.4 教学过程

本章内容将深入浅出地从最常见的铅笔、汽车轮胎、电灯说起，引出石墨、炭黑、碳纤维等炭材料，由此转入正题，说明炭材料对于国计民生和的重要意义，讲述炭材料的概念、历史、分类、应用。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.1.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图包括：

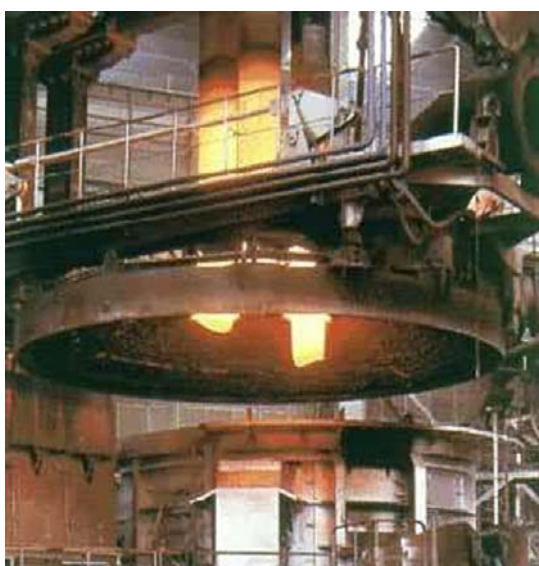


图 1.1 炼钢炉的石墨电极



图 1.2 铝电解厂的石墨阳极



图 1.3 炭黑



图 1.4 人造金刚石钻头

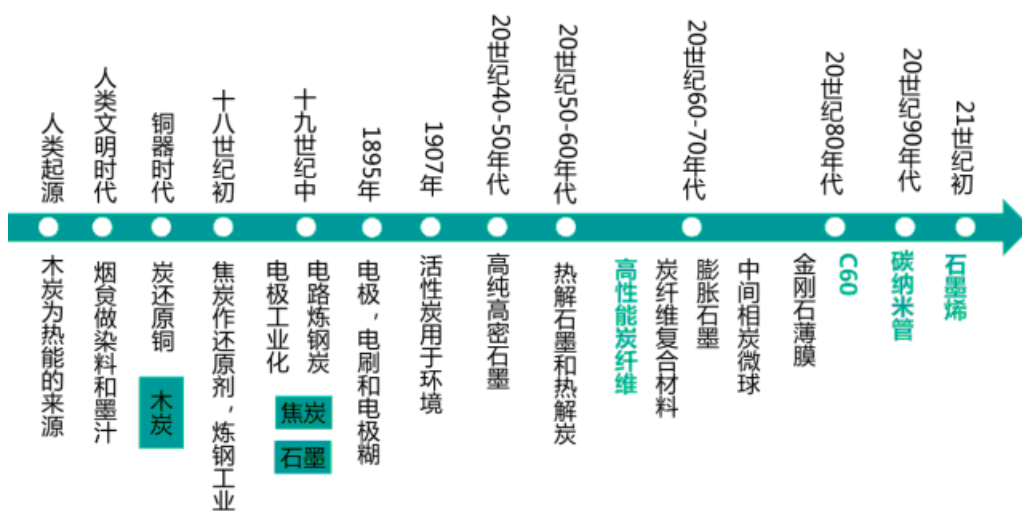


图 1.5 炭材料的发展历史



图 1.6 黑陶

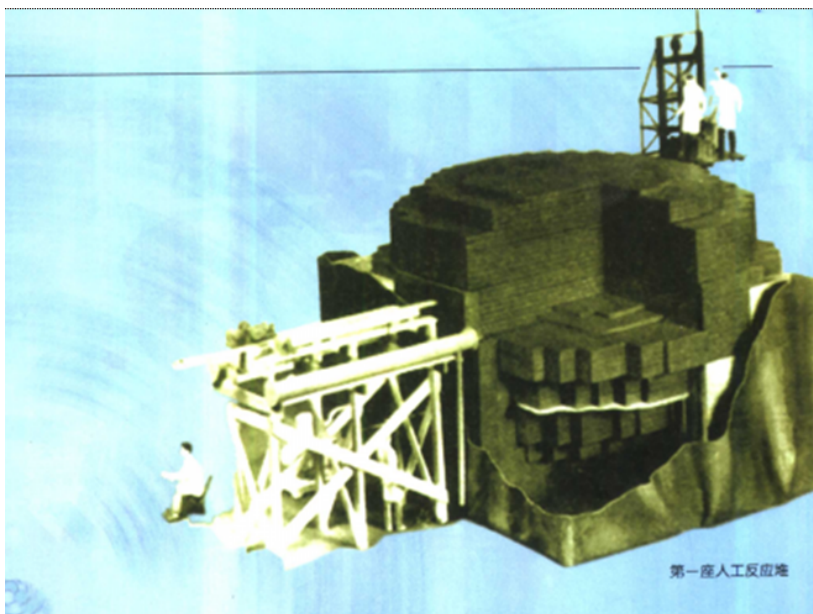


图 1.7 人类历史上的第一座原子反应堆



图 1.8 美国土星号运载火箭

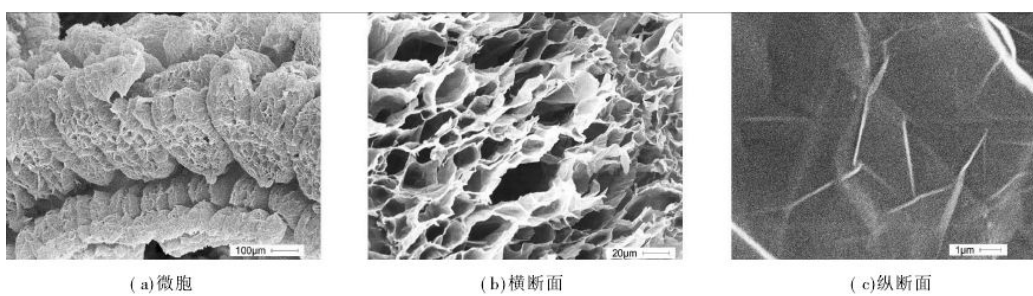


图 1.9 膨胀石墨



图 1.10 宇宙飞船返回舱的隔热盾

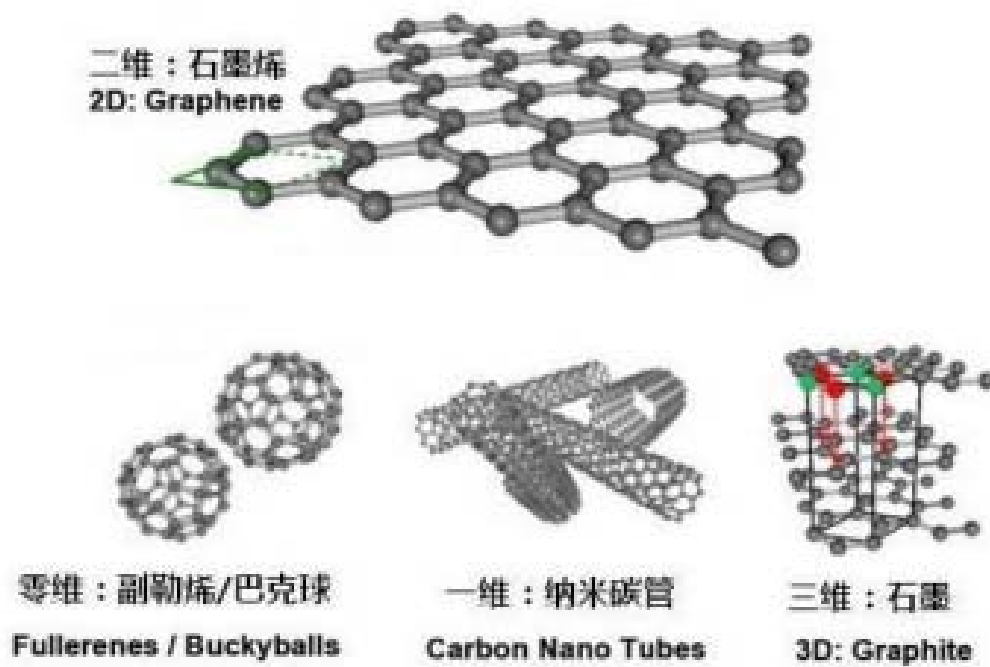


图 1.11 纳米炭材料

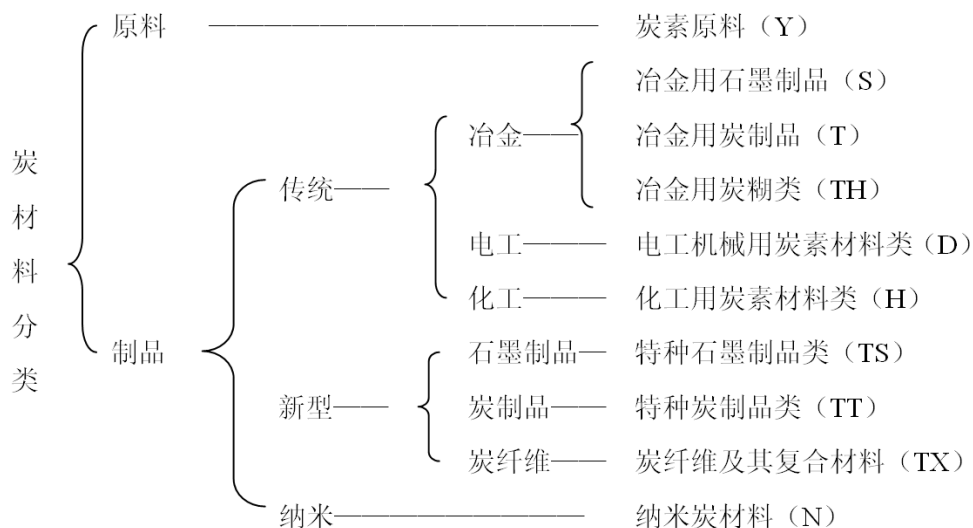


图 1.12 炭材料的分类

7.1.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后需要反思，为什么大自然选择了碳元素作为生命分子的骨架？

7.1.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请在互联网上搜索相关的感兴趣知识，比如：石墨烯、人造金刚石、煤制炭材料等，做好开始学习一门新课程的准备。

7.1.8 教学单元的参考资料

参阅冶金工业出版社 1992 年张家埭所著《碳材料工程基础》一书中概论部分的有关内容。

7.2（第 2 单元）

7.2.1 教学日期

第 2 次上课，共 2 节课。

7.2.2 教学目标

通过本单元的学习，要求掌握炭材料在不同层次上的结构。

7.2.3 教学内容

本单元的教学内容为第 2 章“炭材料的结构”，具体内容包括：

2.1 碳元素概述

2.2 碳的晶体结构与同素异形体

2.3 炭材料结构的复杂性

本单元的重点和难点分别是：

【重点】炭材料结构的层次划分

【难点】炭材料结构的复杂性

7.2.4 教学过程

本章内容首先从碳原子的结构说起，然后讨论碳原子的核外电子分布的特点，由此引出其三种杂化方式，和其无限可能的空间结构。再按照从微观到宏观的顺序讲述炭材料的层次结构。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.2.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图包括：

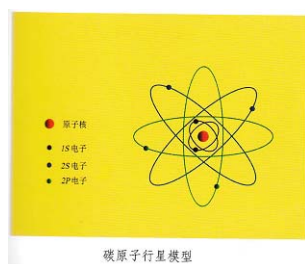


图 2.1 碳的原子结构

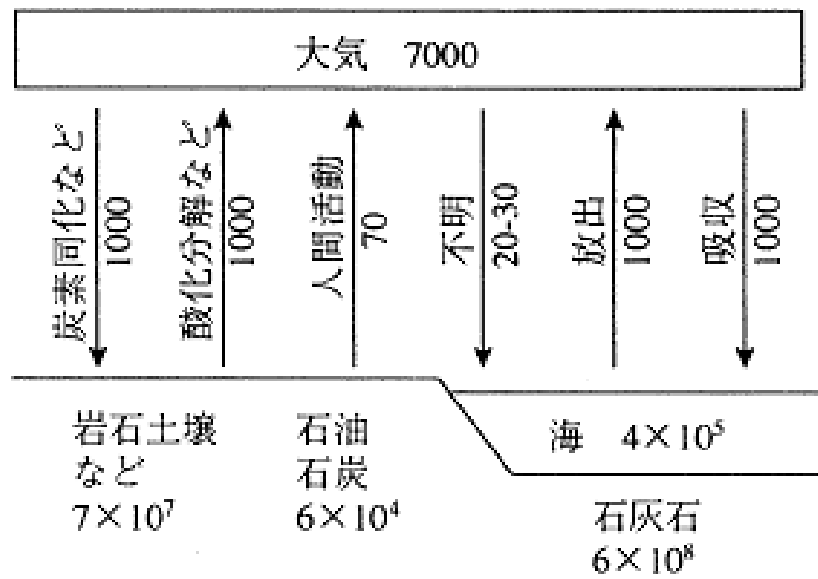
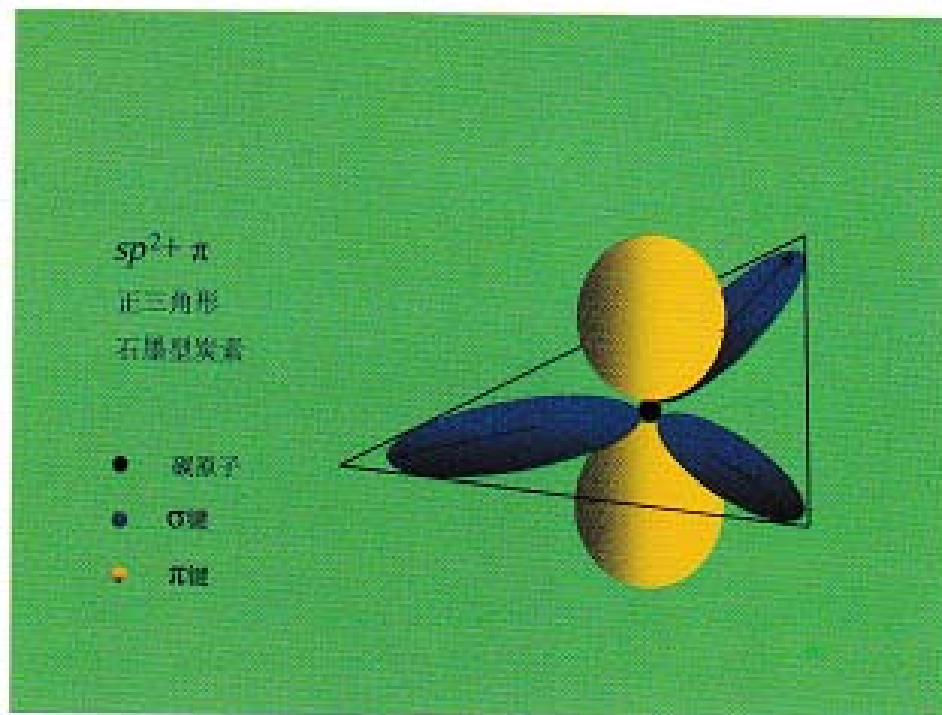


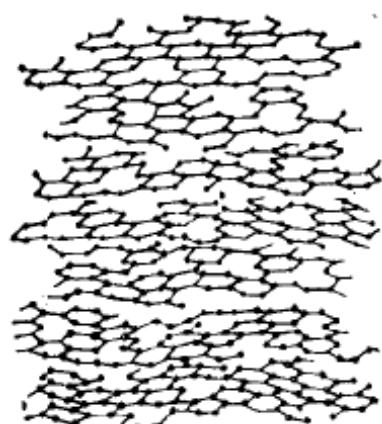
Fig. 1 地球上の炭素の存在と年間の移動量. (C 億t, 北野康らによる)

图 2.2 碳迁移



碳原子杂化轨道模型——石墨型

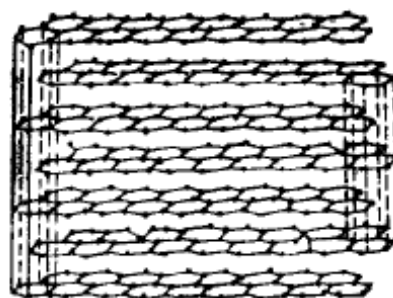
图 2.3 sp^2 杂化



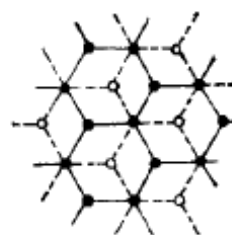
$$d_{002} > 3.440 \text{ \AA}, L_c < 50 \text{ \AA}$$



乱层结构的重叠状态



$$d_{002} = 3.354 \text{ \AA}, L_c > 300 \text{ \AA}$$



石墨结构的重叠状态

图 2.4 乱层结构

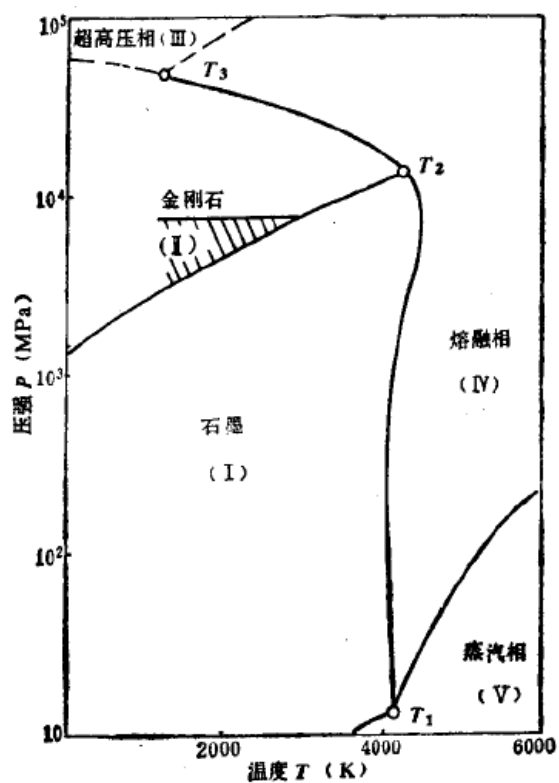


图 2.5 碳的相图

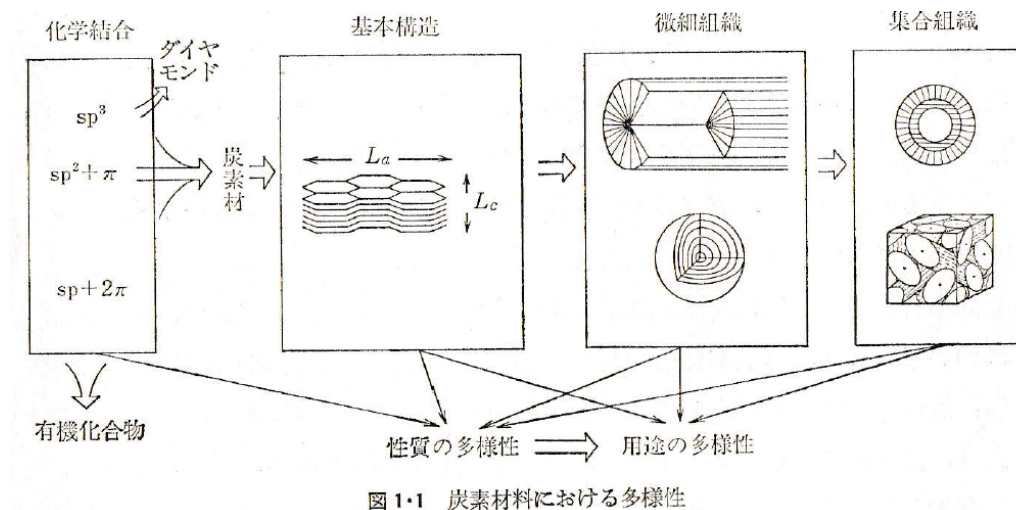


图 2.6 炭材料的层次结构

7.2.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后需要反思，炭材料为什么可以具有无限复杂的结构？

7.2.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请查阅图书馆《煤化学》有关煤炭大分子结构模型的的有关知识。

7.2.8 教学单元的参考资料

参阅清华大学出版社 2006 出版的稻垣道夫所著《炭材料科学与工程：从基础到应用》一书第一章的内容。

7.3（第 3 单元）

7.3.1 教学日期

第 3 次上课，共 2 节课。

7.3.2 教学目标

本单元学习炭材料的空间、力学电磁性质、化学性质、核物理性质。通过本单元的学习，要求上述性质的基本知识。

7.3.3 教学内容

本单元的教学内容为第3章“炭材料的一般性质”，具体内容包括：

- 3.1 炭材料的空间性状
- 3.2 炭材料的力学性质
- 3.3 炭材料的热学性质
- 3.4 炭材料的电磁性质
- 3.5 炭材料的一般化学性质
- 3.6 炭材料的核物理性质

本单元的重点和难点分别是：

- 【重点】炭材料的力学性质
- 【难点】炭材料的核物理性质

7.3.4 教学过程

本章内容首先展示展示几张碳纤维和石墨电极的图片，获得这些具有超常力学性能和热学性能的炭材料感性认识，然后引入正题逐一的介绍炭材料在力学、热学性能方面的详细情况。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.3.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图包括：

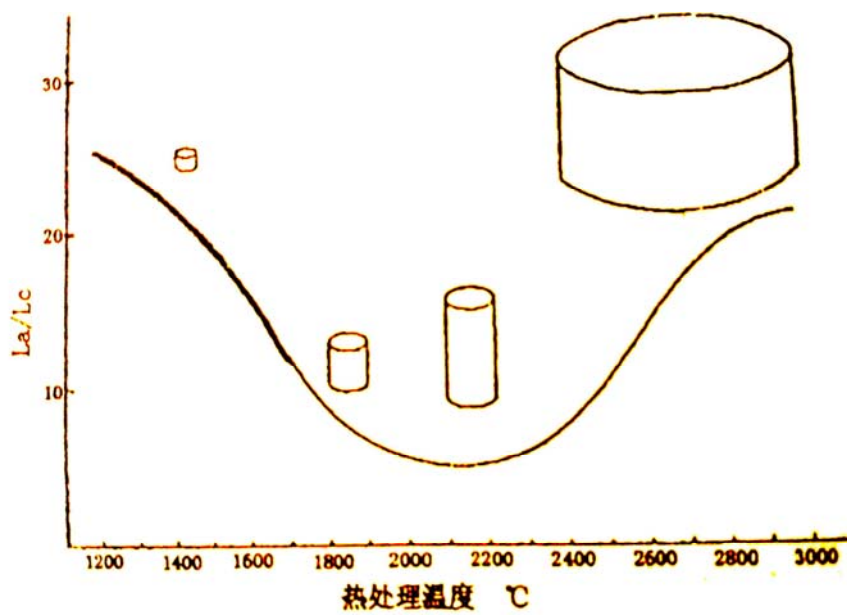


图 4-12-7 焦炭 La/Lc 比值和热处理温度的关系

图 3.1 石墨微晶大小与热处理温度的关系

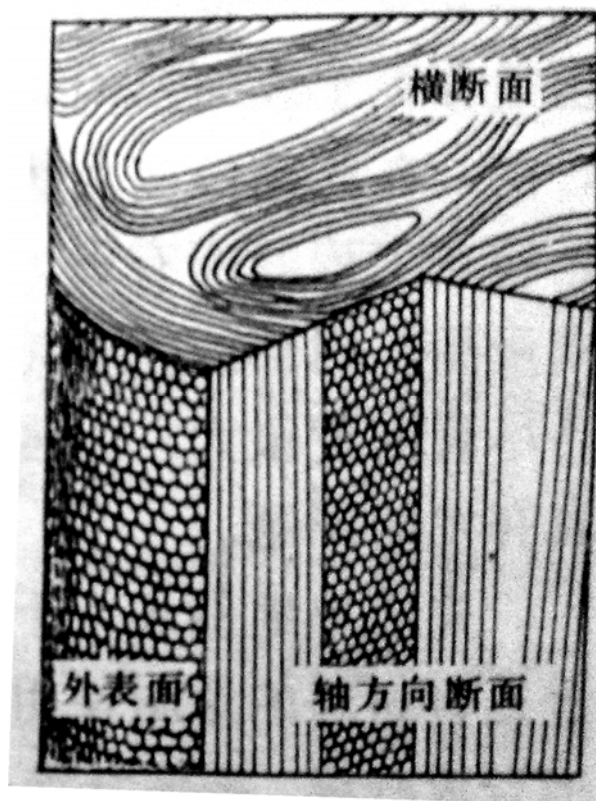


图 3.2 碳纤维的结构

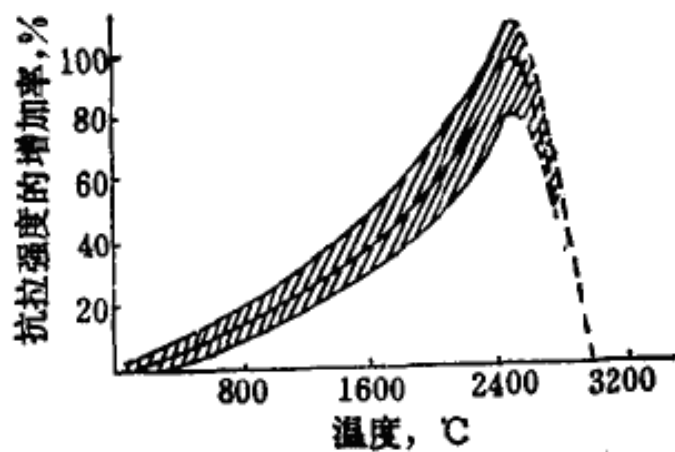


图 3.3 一般碳（石墨）材料的抗拉强度随使用温度的变化

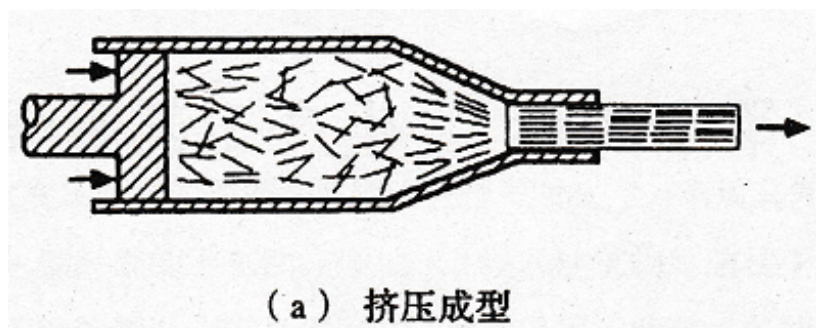


图 3.4 石墨电极的成型方式

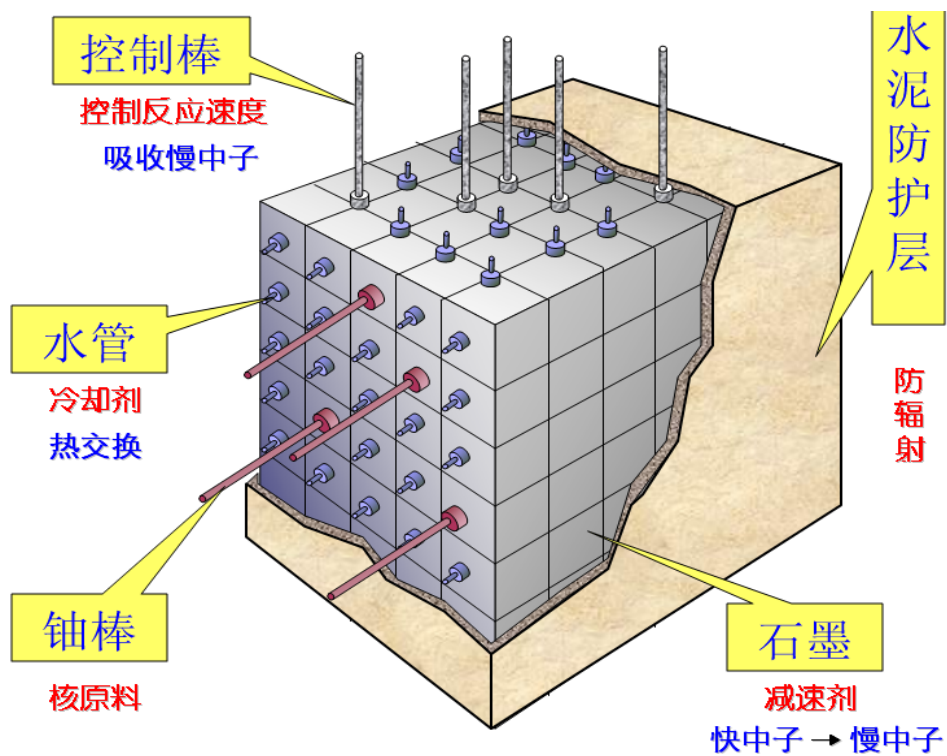


图 3.5 核反应堆的工作原理

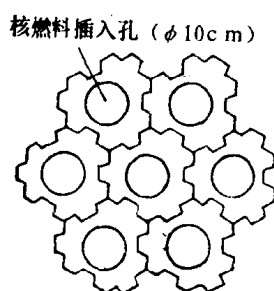


图 3.6 核反应堆中石墨块的组合结构和核燃料的排布方式

表：

表 3.1 一些炭材料及其原料的真密度 (g/cm^3)

一些炭材料及其原料的真密度 (g/cm^3)			
品名	原料	煅烧试样	石墨化试样
人造石墨电极			2.19~2.23
人造石墨阳极			2.20~2.23
核反应堆石墨			2.22~2.25
超高功率电极			2.24~2.26
高强度碳纤维		~1.70	
高模量碳纤维			~2.0
高炉碳块		>1.90	
高炉石墨块			>2.20
天然石墨	2.25		2.26
无烟煤	1.40~1.65	1.77~1.85	2.10~2.18
冶金焦	1.87	2.03	2.20
石油焦	1.37~1.73	2.01~2.08	2.22~2.24
煤沥青焦	1.98	2.06	2.21
油系针状焦		2.10~2.14	2.24~2.26
煤系针状焦		2.10~2.24	2.24~2.26

7.3.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识
点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，除了石墨，还有没有别的材料可以胜任核反应堆结构材料的重
任？

7.3.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请在互联网上查阅有关炼钢厂生产原理、核反应堆基本结构的有关知识。

7.3.8 教学单元的参考资料

参阅清华大学出版社 2010 年徐世江所著的《核工程中的炭和石墨材料》第 1、2 章的内容。

7.4（第 4 单元）

7.4.1 教学日期

第 4 次上课，共 2 节课。

7.4.2 教学目标

通过本单元的学习，要求掌握炭黑的结构特点。

7.4.3 教学内容

本单元的教学内容为第 4 章“炭黑”中第 1~3 节，具体内容包括：

4.1 气相炭化概述

4.2 炭黑概述

4.3 炭黑的结构

本单元的重点和难点分别是：

【重点】炭黑的结构

【难点】炭黑一次结构的类型

7.4.4 教学过程

本单元首先从轮胎工业讲起，分析为什么轮胎大都是黑色的，由此引发轮胎

中为什么要掺杂大量炭黑的讨论，由此引出炭黑的生产原理，然后开始讲述详细内容。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.4.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图包括：

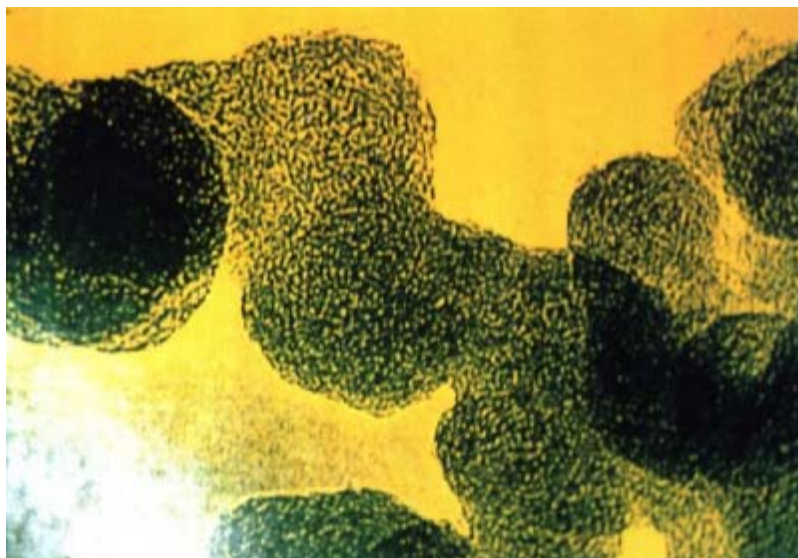


图 4.1 炭黑的电镜图



图 6-2 炭黑的同心取向准石墨结构

图 4.2 炭黑的结构图

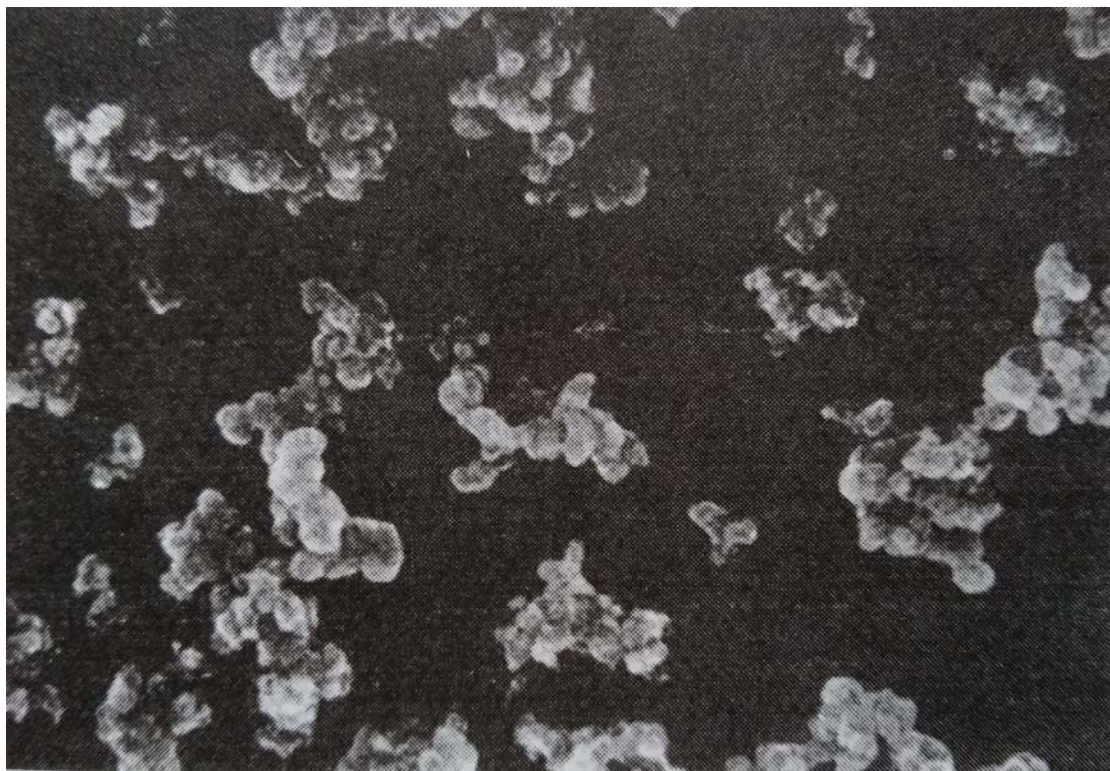


图 4.3 炭黑粒子

7.4.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，炭黑为什么是轮胎的主要添加成分？

7.4.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请在互联网上查阅有关炭黑的有关知识。

7.4.8 教学单元的参考资料

参阅化学工业出版社 1980 年炭黑工业研究设计所编写的《炭黑生产基本知识》一书的第 2、3 章内容。

7.5（第 5 单元）

7.5.1 教学日期

第 5 次上课，共 2 节课。

7.5.2 教学目标

本单元学习炭黑的形成机理、炭黑生产工艺。

7.5.3 教学内容

本单元的教学内容为第 4 章“炭黑”中的第 4、5 节，具体内容包括：

4.4 炭黑的形成机理

本单元的重点和难点分别是：

【重点】炭黑的生成机理。

【难点】炭黑形成的初期反应阶段。

4.5 炭黑生产工艺

本单元的重点和难点分别是：

【重点】油炉法炭黑工艺流程。

【难点】油炉法炭黑关键设备的结构与材料

7.5.4 教学过程

本单元在上一单元的基础上继续讲述炭黑的形成机理与生产工艺。讲述炭黑的生产工艺首先从自贡大街上的炭黑工业研究院说起，谈到自贡对于我国炭黑工业发展的贡献，然后讲炭黑的生产工艺。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.5.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图包括：

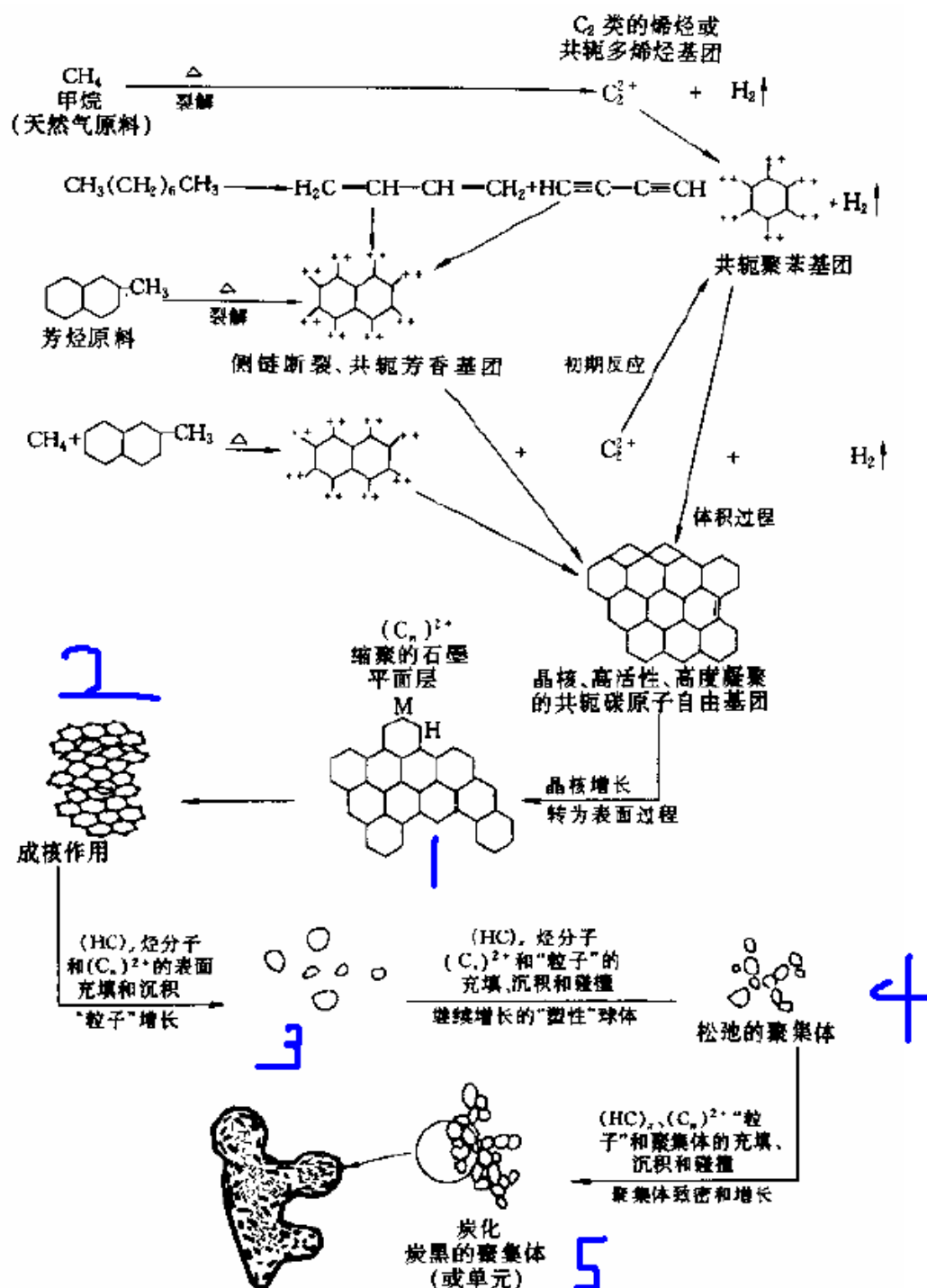


图 4.4 炭黑粒子的形成过程

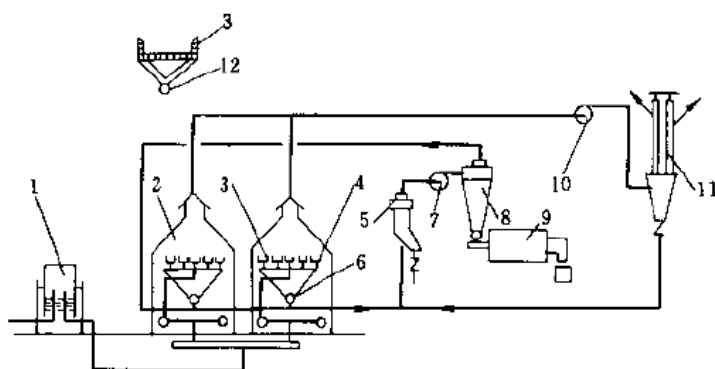


图 3-12 槽法炭黑生产工艺流程

1—脱硫后的天然气贮罐；2—火房；3—槽钢；4—炭黑收集斗；
5—除渣器；6—螺旋输送机；7—风送风机；8—旋风分离器；
9—造粒机；10—排气风机；11—排气袋滤器；12—火嘴

图 4.5 槽法炭黑

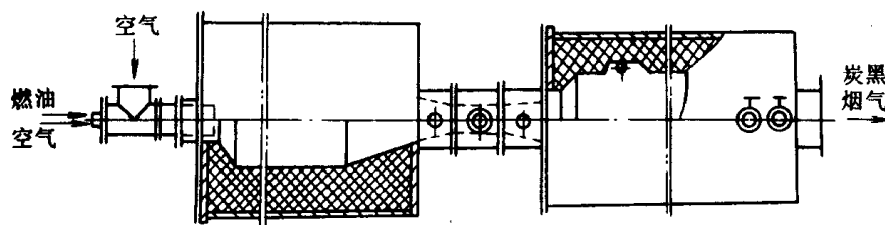


图 3-25 CCBI 型反应炉（炭黑工业研究设计院）

图 4.6 炭黑反应炉

7.5.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，，自贡为什么失去了炭黑工业的大部分市场？

7.5.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请在互联网上查阅有关四川省炭黑生产企业的信息。

7.5.8 教学单元的参考资料

参阅化学工业出版社 2000 年李炳炎编著的《炭黑生产与应用手册》一书的

第3章内容，和兰州炭素厂研究所1983年翻译德勒的《热解碳》一书的第四章。。

7.6（第6单元）

7.6.1 教学日期

第6次上课，共2节课。

7.6.2 教学目标

本单元学习液相炭化的基本知识。通过本单元的学习，要求掌握液相炭化的化学反应历程等知识。

7.6.3 教学内容

本单元的教学内容为第5章“石油焦”中的第1、2节，具体内容包括：

5.1 液相炭化概述

5.2 石油焦概述

本单元的重点和难点分别是：

【重点】液相炭化基本概念。

【难点】液相炭化的机理。

7.6.4 教学过程

本单元液相炭化的基本知识，有关中间相的理论尤为重要。在讲述中间相理论的时候，首先从同学们所熟悉的液晶显示器说起，引入液晶的概念，进一步再介绍中间相的概念，由此展开详细介绍炭质中间相的详细细节。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.6.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以

教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图包括：

表 1.3.1-1 由不同初始原料生成的碳的名称				
初始原料	中间原料	机 理	机理与特征	生成碳的名称
石 油	石油蒸馏残渣	液相炭化	经过液相进行炭化。 可得到缩合多环芳烃的大分子容易取向生长、易石墨化的炭。 可用作制备炭的原材料。	石油焦 <i>中间相炭微球</i>
煤	煤			冶金焦
	煤焦油沥青			沥青焦
植 物 (木 材)	植 物 纤维素	固相炭化	在有机物阶段就具有发达的架桥键、经固相热解形成难石墨化的炭。炭化时虽然有所收缩，但仍保持原料原来的形状，故常先预成型后再炭化。 一般来说尺寸都比较小	木炭 <i>活性炭</i> <i>炭纤维</i>
合成高分子	合成树脂 合成纤维			<i>玻璃炭</i> <i>炭纤维</i>
天然气 低分子烃		气相炭化	在气相下进行热解，直接使用生成的微粒或在预成型的基体上生长	炭黑 <i>热解炭、热解</i> <i>石墨</i> <i>类金刚石碳</i> <i>石墨晶须</i> <i>金刚石薄膜</i> <i>富勒烯</i>

(注) 斜体是新型碳

图 5.1 炭化方法分类

7.6.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识
点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，冶金焦的工艺过程是否为液相炭化。

7.6.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请在互联网上查阅有关液晶的有关知识，为听课做好准备。

7.6.8 教学单元的参考资料

去我校图书馆，查阅科学出版社 2015 年王成扬编著的《碳质中间相理论与
应用》一书的第二章内容。

7.7（第 7 单元）

7.7.1 教学日期

第 7 次上课，共 2 节课。

7.7.2 教学目标

本单元学习石油焦的制造技术和针状焦的基本知识，通过本单元的学习，要求掌握石油焦、针状焦的生产原理。

7.7.3 教学内容

本单元的教学内容为第 5 章“石油焦”中的第 4、3 节，具体内容包括：

5.3 延迟焦化

5.4 针状焦

本单元的重点和难点分别是：

【重点】气流拉焦工艺

【难点】针状焦的形成机理

7.7.4 教学过程

本单元首先从我们熟悉的钢铁制品讲起，然后讲到钢铁冶炼中电弧炉的作用，再讲电弧炉的关键部件，石墨电极的生产，再讲石油焦作为骨料的用途，然后讲石油焦的生产工艺。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.7.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图包括：



图 5.2 延迟焦化塔



图 5.3 针状焦

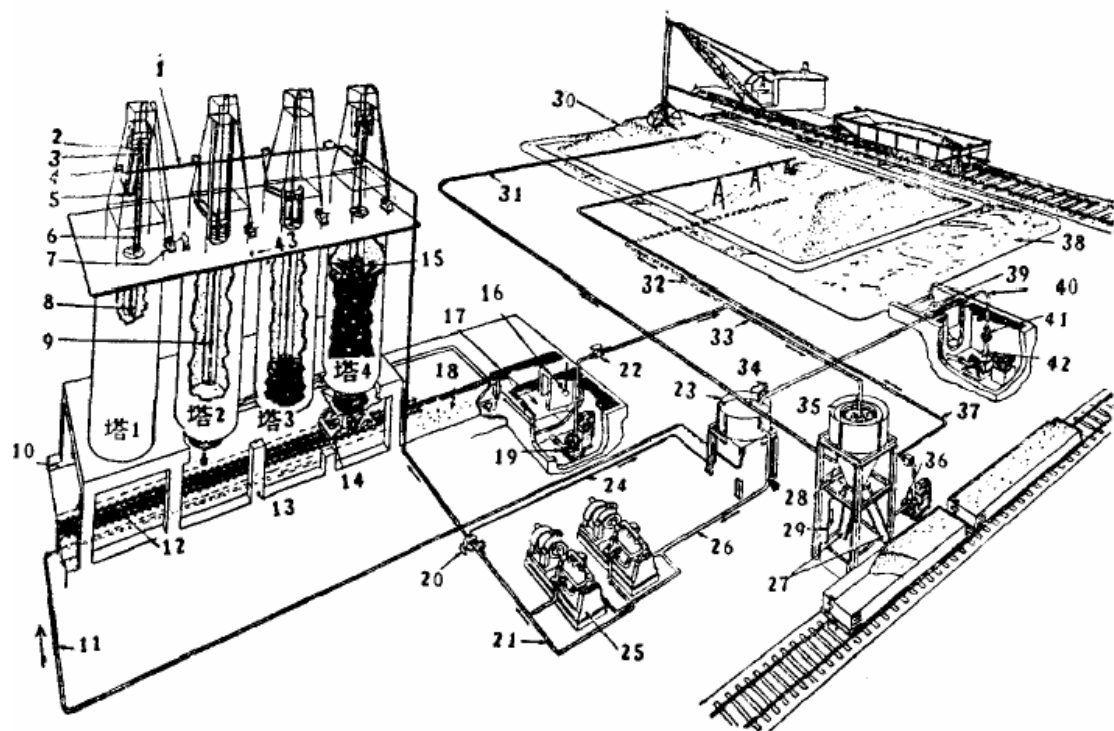


图 5.4 延迟焦化生产装置

7.7.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，石油焦与冶金焦相比有何优势？

7.7.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请在互联网上查阅石油焦、延迟焦化的有关材料。

7.7.8 教学单元的参考资料

在我校图书馆查阅石油化学工业出版社 1977 年大庆石油化工总厂编写的《延迟焦化》一书的第 2 章内容。

7.8（第 8 单元）

7.8.1 教学日期

第 8 次上课，共 2 节课。

7.8.2 教学目标

本单元学习活性炭的基本概念和木炭的基本知识。

7.8.3 教学内容

本单元的教学内容为第 6 章“木炭与活性炭”中的第 1、2 节，具体内容包
括：

第 6 章 木炭与活性炭

6.1 活性炭的基本概念

6.2 木炭

本单元的重点和难点分别是：

【重点】活性炭的两大生产方法

【难点】固相炭化

7.8.4 教学过程

本单元学习活性炭的基本概念和木炭的生产知识。在叙述的过程中，教师将
注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），
并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.8.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配
以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图片包括：



图 6.1 军事工业推动活性炭的早期发展

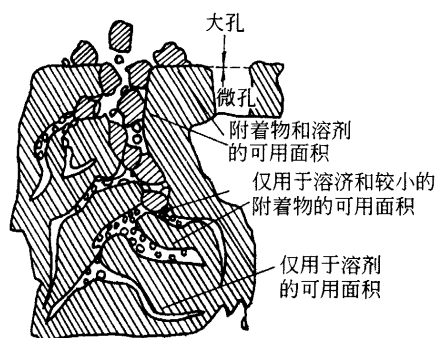


图 3.2-1 活性炭的孔隙结构示意图

图 6.2 活性炭的孔结构



图 7.3 木炭

7.8.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，木炭是不是等同于活性炭？

7.8.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请上互联网查阅活性炭、木炭的知识，为本章的学习做好准备。

7.8.8 教学单元的参考资料

查阅化学工业出版社 2006 年沈曾民编著的《活性炭材料的制备与应用》一书的第 1 章的内容。

7.9（第 11 单元）

7.9.1 教学日期

第 9 次上课，共 2 节课。

7.9.2 教学目标

本单元学习木质活性炭生产工艺的生产原理。通过本单元的学习，要求能够掌握木质活性炭的生产原理、煤质活性炭生产工艺的基本知识。

7.9.3 教学内容

本单元的教学内容为第 6 章“木炭与活性炭”中的第 3、4、5 节，具体内容包

6.3 木质活性炭生产工艺

6.4 煤质活性炭生产工艺

6.5 活性炭的应用

本单元的重点和难点分别是：

【重点】木质活性炭的两种活化工艺

【难点】氯化锌的活化机理

7.9.4 教学过程

首先木炭说起，然后介绍木炭和木质活性炭的区别，然后介绍木质活性炭的生产工艺，再讲述煤质活性炭生产工艺的基本知识，和活性炭的应用。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单(而不是相反)，并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.9.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图、表，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图包括：

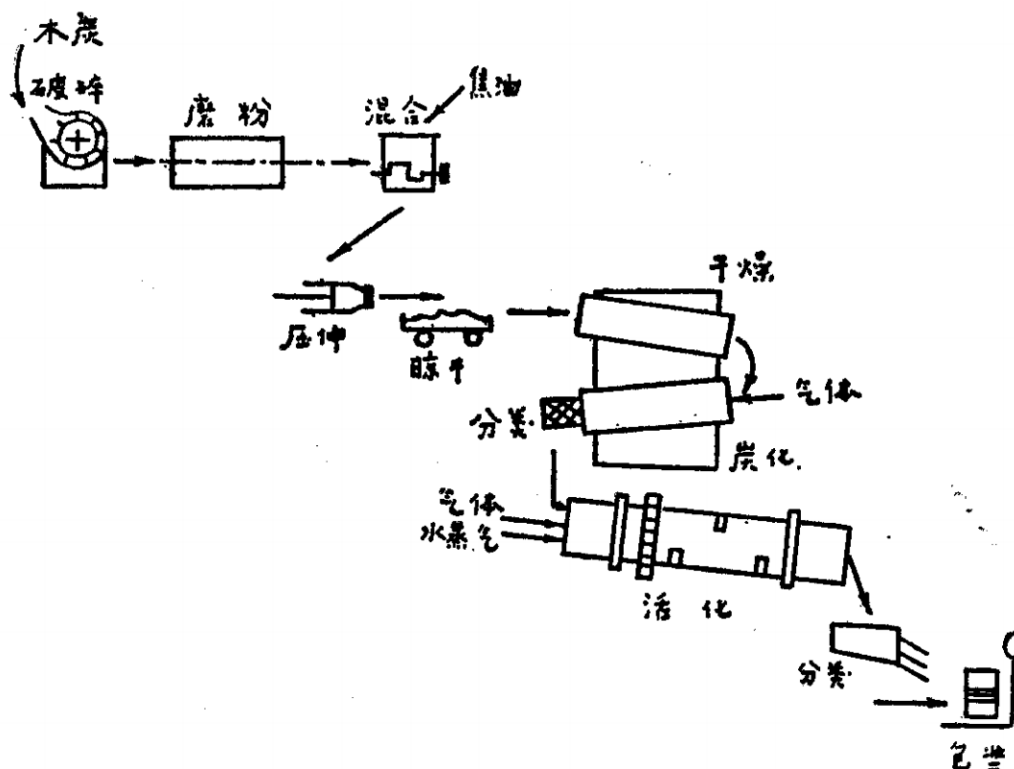


图2.5 用水蒸气活化法制造活性炭的工艺流程图

图 6.4 水蒸气活化法制造活性炭的工艺流程



图 6.5 斯列普活化炉

7.9.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，为什么有活性炭，但是没听说过活性铁、活性金、活性铝，活性……，为什么必须是活性炭？

7.9.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请上互联网查阅活性炭的有关信息，为听课做好准备。

7.9.8 教学单元的参考资料

参阅中国林业出版社 1984 年日本炭素材料学会编著的《活性炭基础与应用》一书的第 4 章内容。

7.10（第 10 单元）

7.10.1 教学日期

第 10 次上课，共 2 节课。

7.10.2 教学目标

本单元学习石墨电极的预备，通过本单元的学习，要求掌握炼钢的基本知识、石墨电极的作用、基本生产流程。

7.10.3 教学内容

本单元的教学内容为第 7 章“石墨电极”中的第 1 节，具体内容包括：

7.1 石墨电极概述

本单元的重点和难点分别是：

【重点】石墨电极的基本生产流程

【难点】石油焦骨料和沥青粘结剂之间的结合情况

7.10.4 教学过程

本单元首先从钢铁是怎样炼成的，引发同学们思考，然后引出石墨电极的用途，然后介绍石墨电极的基本生产流程。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.10.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图片包括：

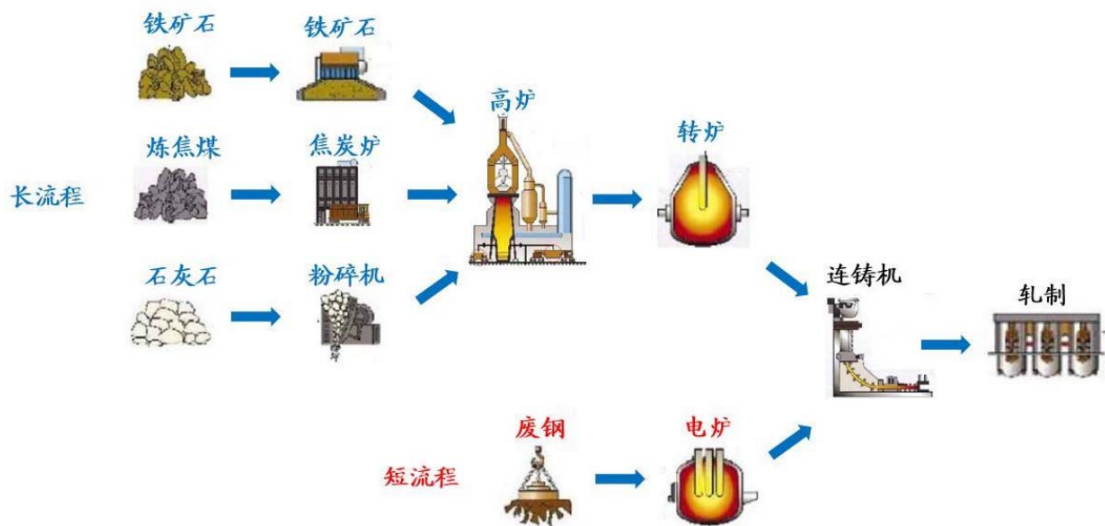


图 7.1 长流程炼钢与短流程炼钢

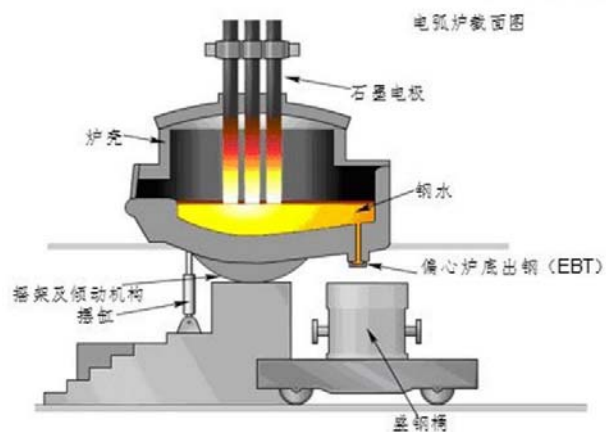


图 7.2 电弧炉炼钢

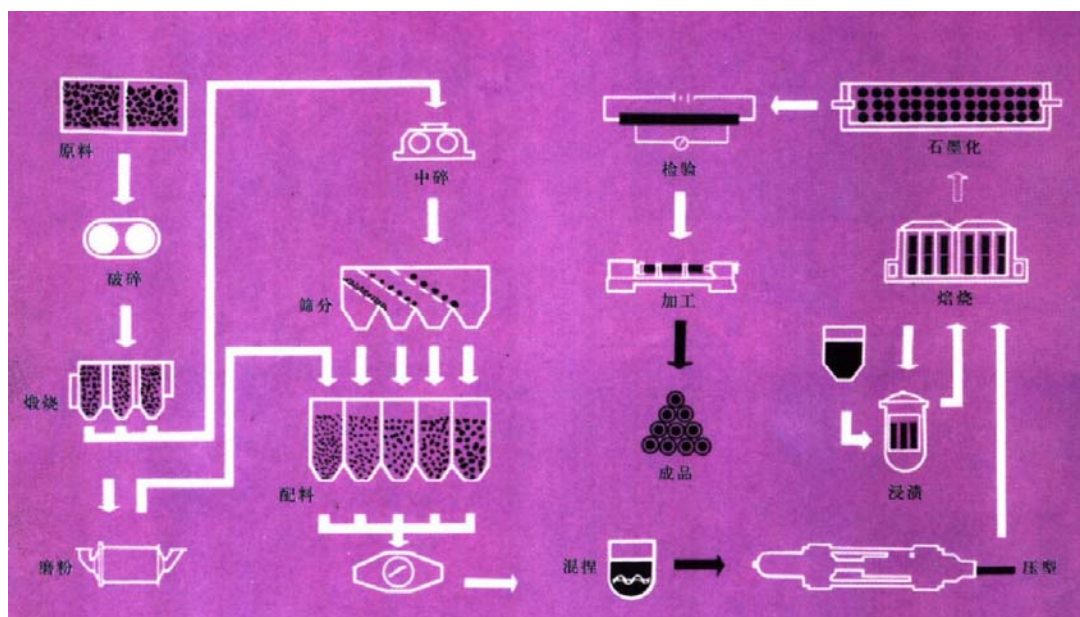


图 7.3 石墨电极的基本生产流程

7.10.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，电弧炉炼钢与转炉炼钢相比有何不可替代的优势？

7.10.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请上互联网查找有关石墨电极的有关知识，为听课做好准备。

7.10.8 教学单元的参考资料

请查阅冶金工业出版社 1997 年出版李圣华编著的《石墨电极生产》第 1 章的内容。

7.11（第 11 单元）

7.11.1 教学日期

第 11 次上课，共 2 节课。

7.11.2 教学目标

本单元学石墨电极的煅烧、破碎、配料、混捏、成型工艺环节。通过本单元的学习，要求能够掌握上述工艺环节的基本知识。

7.11.3 教学内容

本单元的教学内容为第 7 章“石墨电极”中的第 2 节，具体内容包括：

7.2 煅烧、破碎、配料、混捏、成型

本单元的重点和难点分别是：

【重点】挤压成型的工序。

【难点】骨料煅烧机理。

7.11.4 教学过程

本单元讲述讲述石墨电极的煅烧、破碎、配料、混捏、成型工艺环节。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.11.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图片包括：



图 7.4 回转窑煅烧



图 7.5 挤压成型机

7.11.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，生焦的处理工艺哪些设备是化工通用设备？

7.11.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请上互联网查煅烧、破碎工艺的有关知识，做好听课的准备。

7.11.8 教学单元的参考资料

请查阅冶金工业出版社 1983 年李圣华编写的《炭和石墨制品（下册）》第四部分的内容。

7.12（第 12 单元）

7.12.1 教学日期

第 12 次上课，共 2 节课。

7.12.2 教学目标

本单元学习石墨电极焙烧、浸渍工艺、石墨电极石墨化、机械加工的基本知识。通过本单元的学习，要求掌握石墨电极焙烧、浸渍工艺、石墨化、机械加工的基本知识。

7.12.3 教学内容

本单元的教学内容为第 7 章“石墨电极”中的第 3、4 节，具体内容包括：

7.3 焙烧、浸渍

7.4 石墨化、机械加工

本单元的重点和难点分别是：

【重点】焙烧的过程

【难点】焙烧的机理

7.12.4 教学过程

本章继续讲授石墨电极的生产工艺，从理想石墨的结构特点说起，讲授石墨化的基本条件，然后介绍石墨电极的石墨化工序。。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.12.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图片包括：



图 7.6 焙烧炉

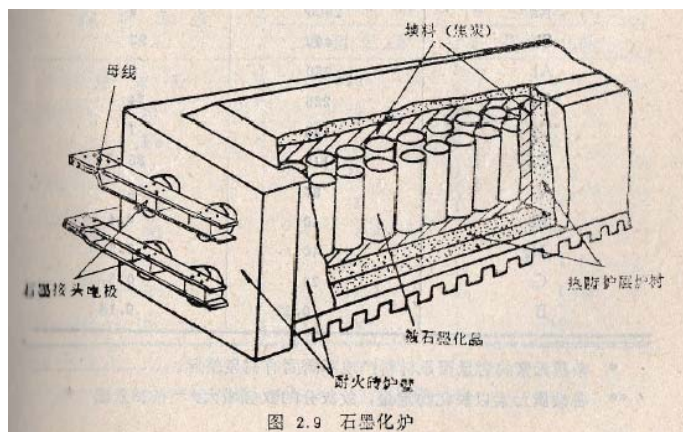


图 7.8 艾奇逊石墨化炉

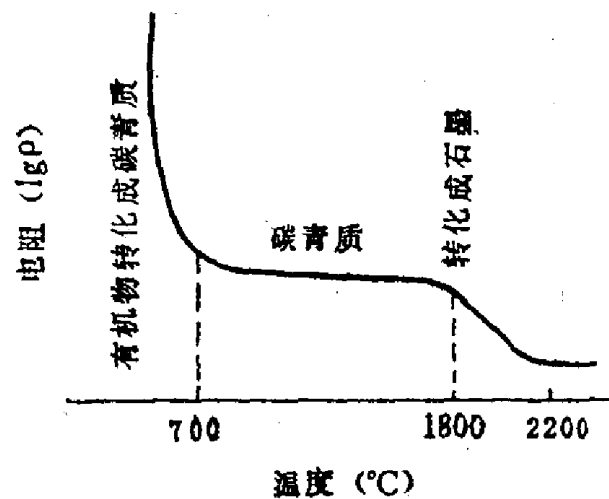


图9-1 有机物分子结构聚合

图 7.9 随温度升高炭材料结构的变化

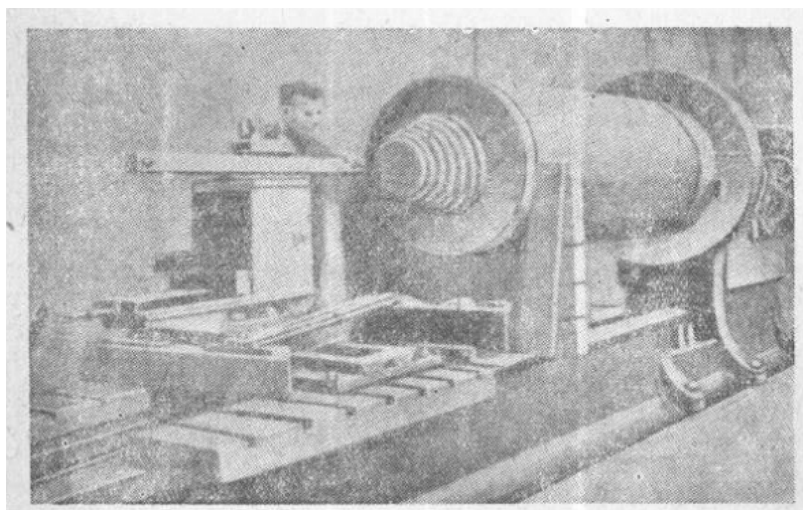


图 7.10 石墨制品的机械加工



图 7.7 石墨电极的浸渍

7.12.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，石墨电极的焙烧过程是否可以缩短时间？

7.12.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请查阅焙烧、浸渍工艺的有关信息，为上课做好准备。

7.12.8 教学单元的参考资料

查阅冶金工业出版社 1958 年翻译出版的查雷赫所著《电极生产》一书的第 8 章内容。

7.13（第 13 单元）

7.13.1 教学日期

第 13 次上课，共 2 节课。

7.13.2 教学目标

本单元学习常规块状炭材料和铝电解用炭材料的基本知识。通过本单元的学习，要求掌握常规块状炭材料和铝电解用炭材料的基本知识。

7.13.3 教学内容

本单元的教学内容为第 8 章“常规块状炭材料”中的第 1、2 节，具体内容
包括：

8.1 常规块状炭材料概述

8.2 铝电解工业用炭素材料

本单元的重点和难点分别是：

【重点】粘结成型炭材料的一般工艺流程

【难点】不同的粘结成型炭材料制品的不同加工方法

7.13.4 教学过程

本章讲授常规块状炭材料和铝电解用炭材料，首先从上一章的石墨电极讲起，石墨电极的生产工艺是最复杂的，其它的炭材料一般都比较简单再分别叙述各自炭材料。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.13.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图片包括：

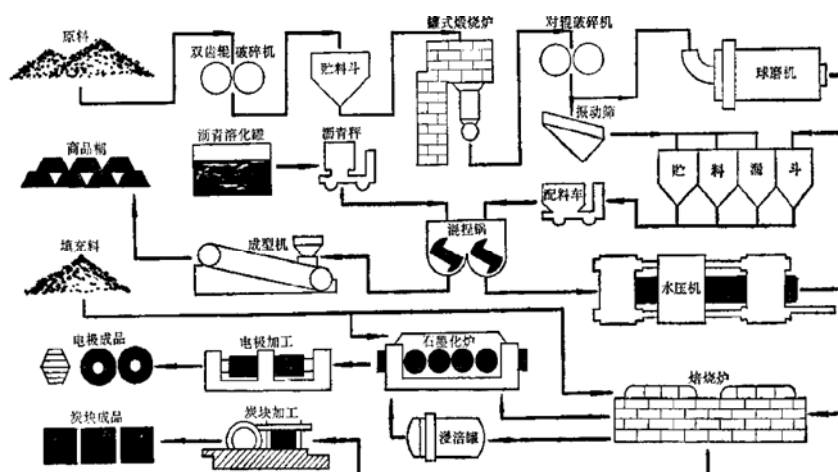


图 8.1 炭和石墨制品生产流程图

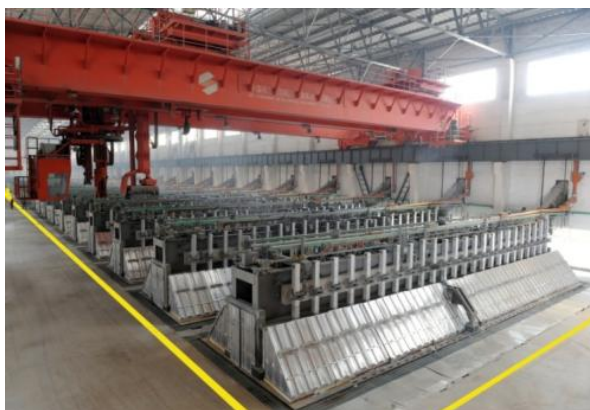


图 8.2 电解铝的生产车间

7.13.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，为什么石墨电极的产量远小于电解铝的炭阳极，但是重要性却更大？

7.13.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请查阅电解铝的生产原理，为上课做好准备。

7.13.8 教学单元的参考资料

查阅冶金工业出版社 2012 出版的郎光辉编写的《铝电解用炭素材料技术与工艺》一书的第 1 章的内容。

7.14（第 14 单元）

7.14.1 教学日期

第 14 次上课，共 2 节课。

7.14.2 教学目标

本单元学习炼硅炉和电石炉的炭电极、炭素耐火材料、核石墨、电碳、化工用石墨的生产工艺。

7.14.3 教学内容

本单元的教学内容为第 8 章“常规块状炭材料”中的第 3、4、5、6、7、8 节，具体内容包括：

8.3 炼硅炉用炭材料

8.4 电石炉用炭材料

8.5 炭素耐火材料

8.6 核石墨

8.7 电碳

8.8 化工用石墨材料

本单元的重点和难点分别是：

【重点】炭刷的原料、工艺、特性

【难点】自焙电极的工作原理

7.14.4 教学过程

本章讲授炼硅炉和电石炉的炭电极、炭素耐火材料、核石墨、电碳、化工用石墨的生产工艺。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.14.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图片包括：

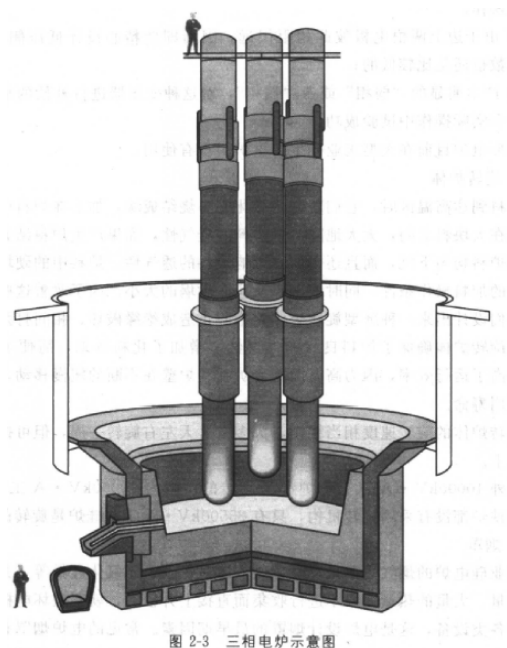


图 8.3 炼硅炉



图 8.4 电石车间



图 8.5 砌筑高炉底



高温气冷堆用含硼炭块预组装

图 8.6 反应堆核石墨

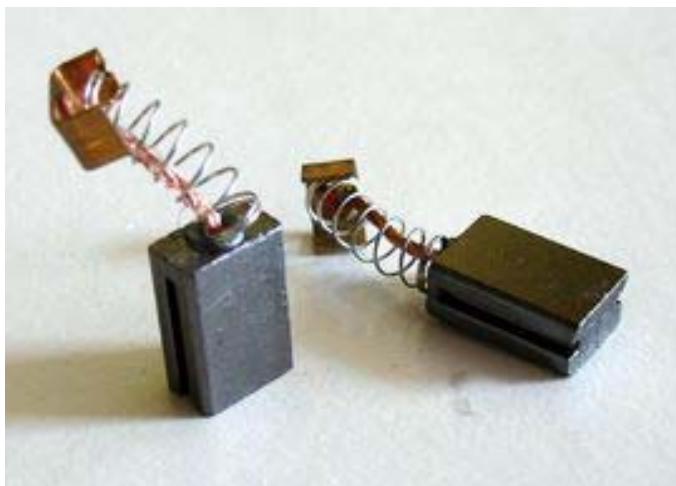


图 8.7 碳刷



图 8.8 电碳的应用



图 8.9 石墨反应釜

7.14.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，核石墨的生产为什么不能使用普通的模压成型工艺？

7.14.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请查阅多晶硅、电石的年产量、原子能发电等信息，为上课做好准备。

7.14.8 教学单元的参考资料

查阅化学工业出版社 1089 年熊谟远所著《电石生产及其深加工产品》一书的第 13 章的内容、冶金工业出版社 1992 年黄启震主编的《中国冶金百科全书》第 358 页的内容、阳铝镁设计研究院 1979 翻译整理的查雷赫所著《电极与电碳企业的工艺和设备》一书的第 14 章内容。

7.15（第 15 单元）

7.15.1 教学日期

第 21 次上课，共 2 节课。

7.15.2 教学目标

本单元学习新型炭材料的基本概念和和制备原理的基本知识。通过本单元的学习，要求掌握新型炭材料的基本概念和制备原理的基本内容。

7.15.3 教学内容

本单元的教学内容为第 9 章“新型炭材料”中的第 1、2、3、4、5 节，具体内容包括：

9.1 新型炭材料概述

9.2 气相炭化法新型炭材料

9.3 液相炭化法新型炭材料

9.4 固相炭化法新型炭材料

9.5 其它非炭化法新型炭材料

本单元的重点和难点分别是：

【重点】热解炭的形成原理

【难点】气相生长炭纤维的工艺流程

7.15.4 教学过程

本章讲授新型炭材料的基本概念和制备原理的基本知识。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.15.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图片包括：

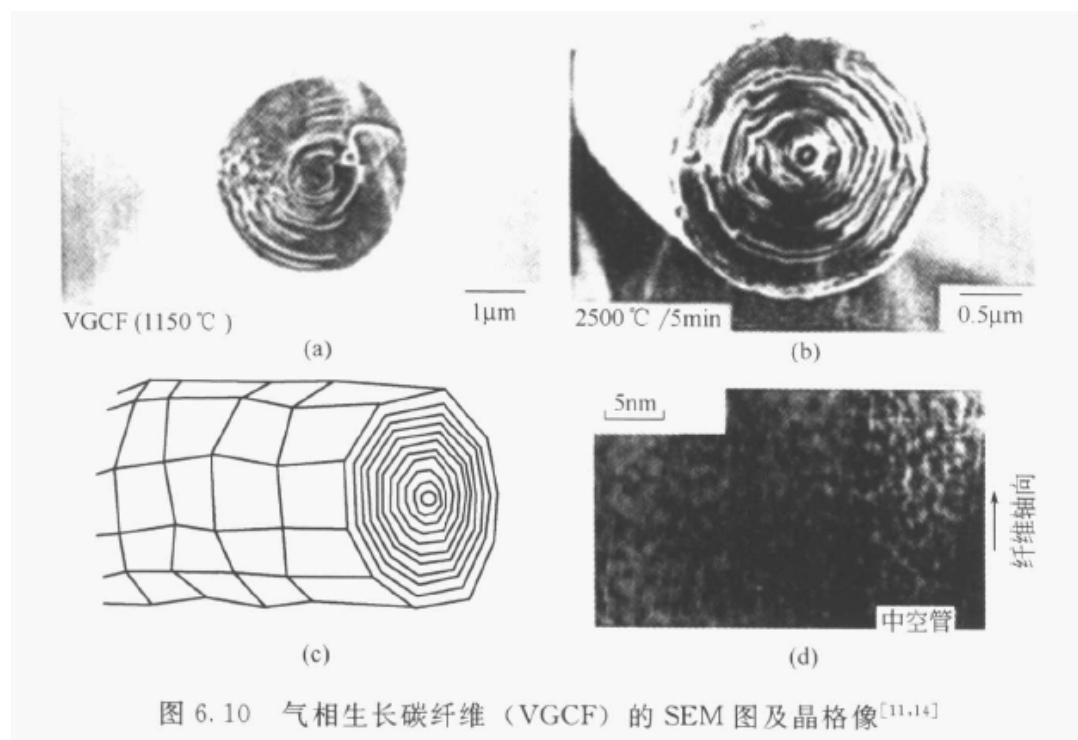


图 6.10 气相生长碳纤维（VGCF）的 SEM 图及晶格像^[11,14]

图 9.1 气相生长炭纤维

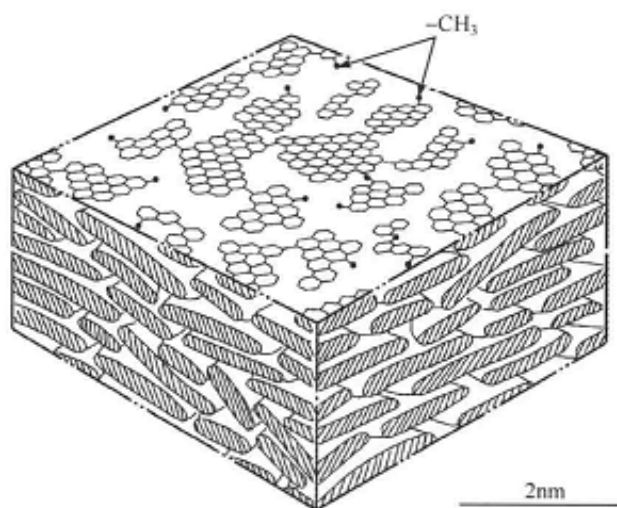


图 2-111 体形间相沥青中芳香分子的堆砌形式^[17]

图 9.2 中间相沥青的分子堆砌



图 9.3 玻璃炭制品

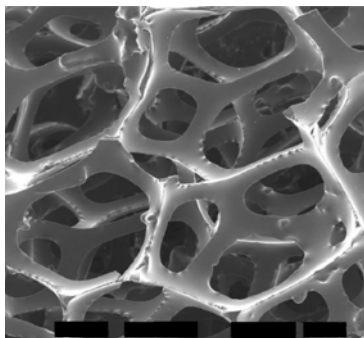


图 9.4 树脂基泡沫炭

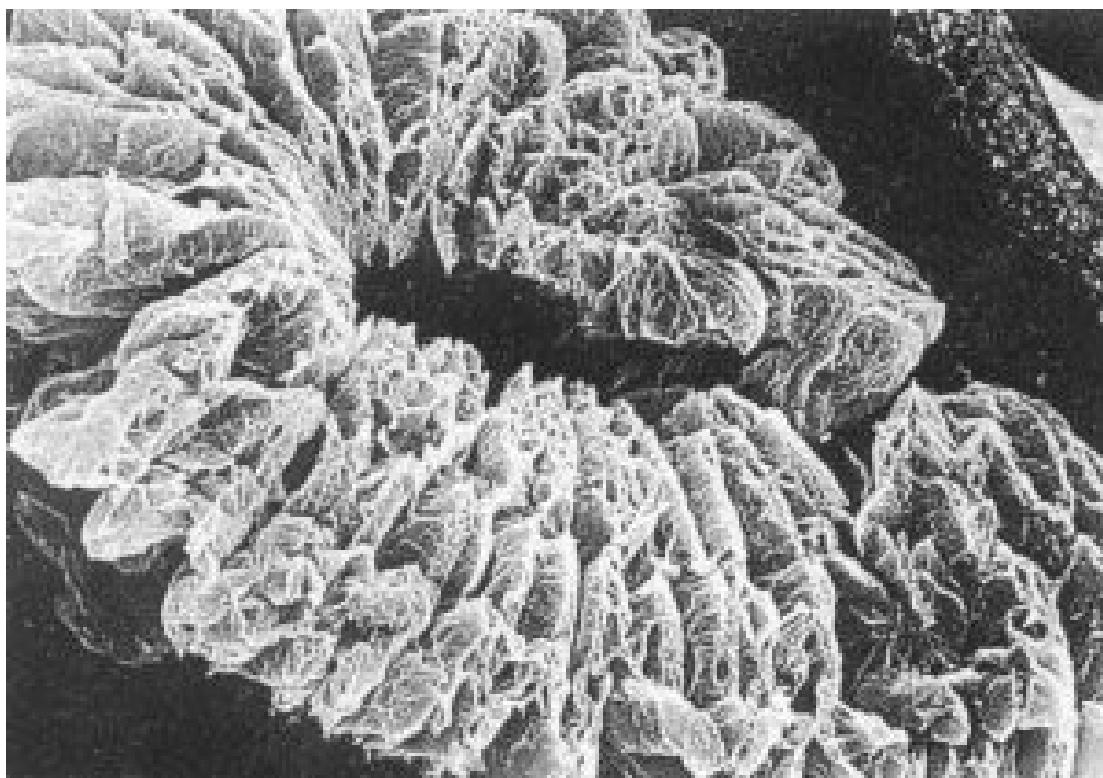


图 9.5 膨胀石墨

7.15.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，气相生长碳纤维是否可以替代普通碳纤维？

7.15.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请查阅热解炭、气相生长碳纤维等信息，为上课做好准备。

7.15.8 教学单元的参考资料

查阅机械工业出版社 1987 年宋正芳所著《碳石墨制品的性能及其应用》一书第 702 页的内容、化学工业出版社 2003 年沈曾民主编的《新型碳材料》一书第 5 章内容。

7.16（第 16 单元）

7.16.1 教学日期

第 16 次上课，共 2 节课。

7.16.2 教学目标

本单元学习人造金刚石、金刚石薄膜、类金刚石薄膜的基本知识。通过本单元的学习，要求掌握人造金刚石的合成原理，与人造金刚石的应用、金刚石薄膜、类金刚石薄膜的基本知识。

7.16.3 教学内容

本单元的教学内容为第 10 章“人造金刚石”中的第 1、2、3、4 节，具体内容包

10.1 天然金刚石

10.2 人造金刚石

10.3 金刚石薄膜

10.4 类金刚石薄膜

本单元的重点和难点分别是：

【重点】人造金刚石的合成工艺

【难点】有触媒作用时石墨变金刚石的结构转化机理

7.16.4 教学过程

本章重点讲授人造金刚石的合成机理与工艺，首先从超级工程的隧道盾构机的钻头说起，说到金刚石的消耗量为何可以成为一个国家工业水平发展程度的标志，然后转入正题，介绍人造金刚石的合成机理和工艺。在叙述的过程中，教师将注意讲课的风格将力求通俗易懂，力求将深奥的道理说的简单（而不是相反），并辅之以多张图表以增强讲解的生动性。

7.16.5 教学方法

本单元主要采用课堂讲授法，通过在教室前的屏幕上展示多张图片，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图片包括：



图 10.1 国产大型盾构机

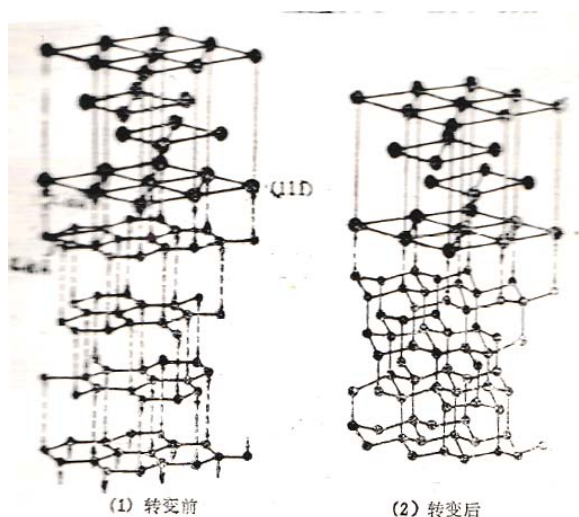


图 10.2 石墨在高压催化作用下转变为金刚石



图 10.3 六面顶压机生产人造金刚石

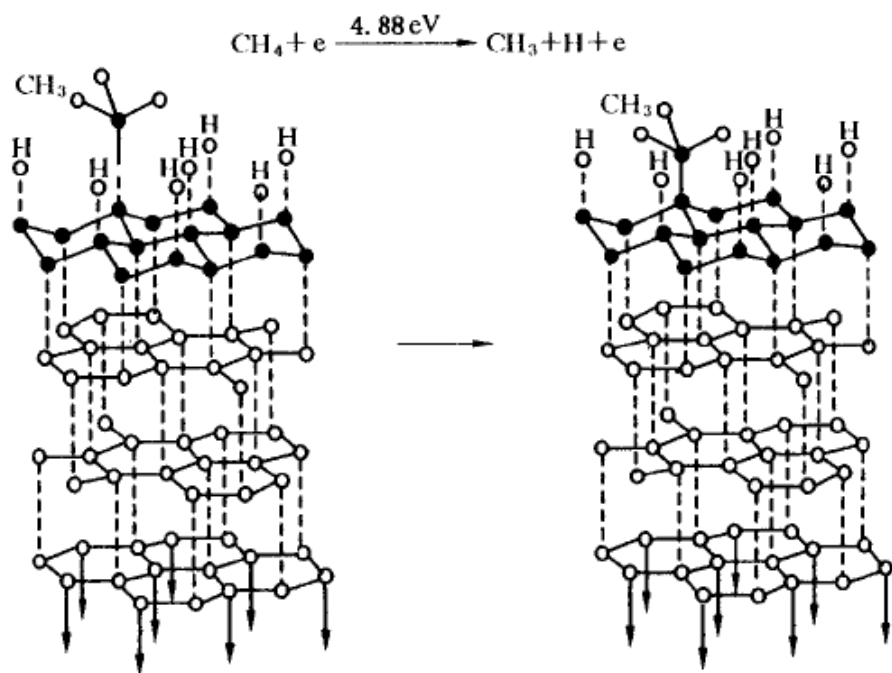


图 10.4 化学气相沉积金刚石薄膜的机理

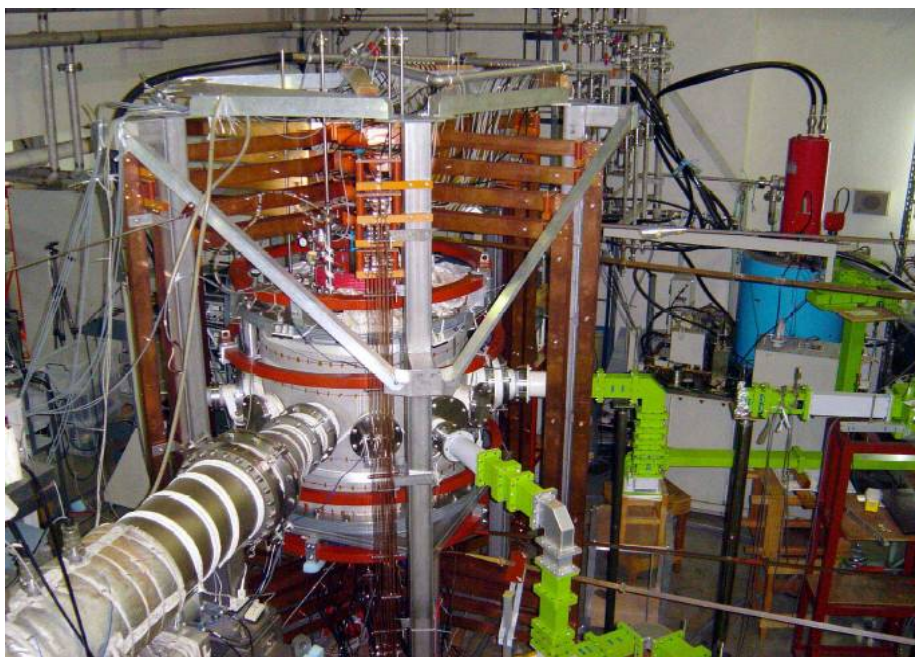


图 10.5 类金刚石薄膜形成装置

7.16.6 作业安排及课后反思

本单元的课后作业将在课堂上布置下去，都是本单元所必须掌握的重要知识点，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，为什么人造金刚石的颗粒始终不能做的很大？

7.16.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请查阅金刚石的用途、消耗量、人造金刚石的年产量等信息、金刚石薄膜、类金刚石薄膜有关信息，为上课做好准备。

7.16.8 教学单元的参考资料

查阅成都科技大学出版社 1986 年苟清泉所著《人造金刚石合成机理研究》一书的第 1 章，和海天出版社 2013 年李翰所著《金刚石人工合成与应用》一书的第 3 章内容、科学出版社 2014 年吕反修所著《金刚石膜制备与应用 上卷》一书的第 14 章内容扩展阅读。

8. 学生课程学习要求

8.1 学生自学的要求

除了上课听讲之外，课后自习，认真学习教材也是本课程学习的一个必要环节。自学的要求是以教师给出的每章课后习题为纲，认真学习教材以及参考资料中的相关内容，记住骨干性的知识，并且要求能够使用规范的术语表达有关的专业思想。

每章的内容都有课后作业，同学们应该认真完成，并且按时交作业。

预习的方式是我提前把每一章的课后题答案电子文档上传给各位，各位可以照着答案先把书看一看，但是由于有些专业知识比较艰深，即使有了答案也不容易理解其实际含义，这些正是需要准备好在课堂上认真听取讲解的。

8.2 课外阅读的要求

作为一名优秀的同学，对于本专业的知识应该是博览群书，兴趣盎然的。本课程推荐的几本专业书即为后面第 12 节所列的参考书和专业学术著作，请同学

们尽可能认真自学，除此之外还应该根据自身的需求、未来职业生涯的规划尽可能地利用大学时光多读一些好的著作。

8.3 课堂讨论的要求

本课程以教师讲解为主，除同学们主动要求之外，本课程将把宝贵的课堂时间主要用于教师的讲解。一般不组织同学们在课堂上互相讨论，或者花费很多时间去点名、查考勤。需要同学们展开思考的问题将以作业的形式布置下来，自己上网查资料，自己写小文章交回来，有见地或者有争议的观点将在课堂上予以集中分析。

8.4 课程实践的要求

本课程的实践活动将在毕业实习中进行。

9. 课程考核方式及评分规程

9.1 出勤（迟到、早退等）、作业、报告等的要求

本课程一般不占用上课时间集中点名，查考勤的方式是上课前教师清点学生人数，课后向班长询问缺勤同学姓名。本课程缺勤 1 次扣平时成绩 5 分（折合最终成绩 2 分），缺勤 1/3 以上将取消考试资格，本课程不允许迟到。请假不算是缺勤，但是需要出具加盖学院教学办公章的请假条，同学口头请假无效。

9.2 成绩的构成与评分规则说明

本课程平时成绩占 100%，期末卷面成绩占 0%。

平时成绩由作业完成情况和考勤情况决定，作业布置 4 次以上。

课后作业必须在指定的时间交来，不得推迟延误，要求手写，不准打印。

缺勤 1 次从最终总成绩里扣 5 分。

9.3 考试形式及说明

本课程为考查课性质，不举行闭卷考试，成绩 100%来源于平时成绩。

10. 学术诚信规定

10.1 考试违规与作弊

本课程考试的违规与作弊处理依照《四川轻化工大学大学生修读指南》中的有关条例、处理办法、界定与处理标准施行。

10.2 杜撰数据、信息等

本课程目前尚没有配套的实验安排。

10.3 学术剽窃等

本课程的作业应认真独立完成，不应抄袭他人作业。

11. 课堂规范

11.1 课堂纪律

- 1、学生必须准时上下课，不应迟到和早退，更不准无故旷课。
- 2、上课期间禁止使用手机，手机应调整为震动模式。
- 3、上课时学生要衣着整齐，专心听讲，认真记笔记，禁止随意交谈或阅读与上课无关的书籍。
- 4、教师提问学生时，学生应起立回答，学生遇问题需问教师时，应举手示意，经教师同意后起立发问。
- 5、上课期间，无关人员一律不得进出教室，或在课堂内逗留。
- 6、教室内必须保持整齐洁净，不允许踩踏桌椅，禁止吸烟和吃食物，不得

随意在桌上涂写，不得随地扔碎纸和吐痰，上课前和课间应有值日同学将黑板擦净。

7、在教学楼内应保持肃静，不得在走廊和教室内高声喧哗以及做有碍上课的活动。

8、同学之间要互相谦让，互相照顾，不得抢占座位。

9、非经教学楼管理部门同意，教室内一切备品都不得任意搬动，要自觉爱护教室内的一切备品。

11.2 课堂礼仪

一、教师课堂礼仪

1、仪容仪表整洁，衣着庄重得体，不着奇装异服。

2、做好课前准备，上课前不饮酒，保持良好的精神状态。

3、上课不迟到，下课不提前，不拖堂，中途不离堂。

4、上课礼仪：上课铃声停止，教师发出“上课”口令，班长：“起立”！学生起立并齐声向老师致敬：“老师好”！教师还礼发出“请坐下”口令，正式上课开始。

5、下课礼仪：下课铃声停止，教师发出“下课”口令，班长：“起立”！学生起立并齐声向老师致敬：“老师再见”！教师还礼：“同学们再见”！正式下课。

6、教学姿态要自然，举止文明不吸烟。

7、教学要讲普通话，语言文明不粗俗。

8、使用国家通用的规范汉字，板书工整规范。

9、课堂上不接听电话，不做与教学无关的事。

10、教师必须严格管理课堂、组织教学，对任教课内的常规纪律负全责。

对学生违反课堂常规要求的行为要及时制止，及时教育。

11、教师要重视学生课堂行为规范的养成，培养学生的文明行为和礼貌习惯，全面提高学生素质。

二、学生课堂礼仪

1、上课铃响，学生应迅速进入教室安静端坐，准备好学习用品、本节课所需课本、笔记本等，恭候老师上课。

- 2、老师进教室，说“上课”，班长喊“起立”（声音要洪亮），全班同学起立并齐声说“老师好”，老师回应“同学们好”。在老师回应后，全班同学一起坐下，老师开始上课。
- 3、下课铃响，老师宣布下课，班长叫“起立”，全体同学起立并齐声说“谢谢老师”，待老师还礼后学生方可离开教室。
- 4、迟到同学应在教室前门先喊“报告”，经老师批准后方可回座位。
- 5、有特殊情况需要离开教室，应先举手，起立向老师说明原因，经老师同意后从后门出教室。
- 6、专心听讲，不翻阅与本课无关的书、报、杂志，不说闲话，发言先举手示意，不在座位上七嘴八舌。
- 7、按安排的座位就坐，坐姿要端正，不移动课桌和换座。
- 8、上课期间不接听手机或收发短信、玩游戏，不吃东西、不吸烟或做其它妨碍教学的事情。
- 9、不穿拖鞋、不只穿背心、短裤进入教室，不随地吐痰，不乱扔纸屑，不准在学校和教室打扑克，保持教室文明。
- 10、课间休息，学生不在教室内追逐打闹，不得损坏公物。
- 11、尊敬老师，珍惜老师的劳动，自觉遵守课堂纪律，在违反纪律时，要虚心接受老师的批评，不顶撞老师。

12. 课程资源

12.1 教材与参考书

《炭材料工程基础》目前选用的教材为 2018 年化学工业出版社何选明的《炭素工艺学》，参考书参见下节。

12.2 专业学术专著

张家埭. 炭材料工程基础[M]..北京：冶金工业出版社，1992

中国石墨烯产业技术创新战略联盟，2017 全球石墨烯产业研究报告（摘要

版) [M].. 北京: 中国石墨烯产业技术创新战略联盟, 2017.

李圣华, 炭和石墨制品(上下) [M]..北京: 冶金工业出版社, 1984.

杨国华, 碳素材料(上下) [M]..北京: 中国物资出版社, 1999.

日本炭素材料学会编, 新·炭材料入门 [M]..北京: 中国金属学会炭素材料专业委员会, 1999.

Michio Inagaki, Feiyu Kang. Materials Science and Engineering of Carbon: Fundamentals [M]..北京: 清华大学出版社, 2014.等。

12.3 专业刊物

国内刊物主要是核心期刊《新型炭材料》, 国际刊物主要是《Carbon》等。

12.4 网络课程资源

我校的能源化工专业网络课程资源尚在建设之中。

12.5 课外阅读资源

请同学们广泛阅读网络上有关新型炭材料领域的科技文章以及政策走向报道。炭材料问题是国家现在面临的一个重要问题, 并且和同学们今后的就业、事业发展有重要联系, 因此请给与足够的关注, 不仅仅是科技进展的有关报道, 国家的政策走向也同样重要。

13. 学术合作备忘录

13.1 教师作出师德师风承诺

作为一名高校教师, 我深知肩负着教书育人的责任。我将严格遵守教育部《关于建立健全高校师德建设长效机制的意见》和《高等学校教师职业道德规范》对高校教师的各项要求, 做到爱岗敬业、关爱学生、刻苦钻研、严谨笃学, 勇于创新、奋发进取, 淡泊名利、志存高远。我决心做一名师德高尚的人民教师并郑重承诺:

一、爱国守法。热爱祖国，热爱人民，拥护中国共产党领导；严格遵守宪法和法律法规，遵守学校规章制度；课堂讲授有纪律，不有违背党的路线方针政策、损害国家形象和人民利益、影响社会稳定和校园和谐、损害学生和学校的合法权益、宣扬邪教和宣传封建迷信等行为；不有其它不利于学生健康成长的言行。

二、敬业爱生。恪尽职守，甘于奉献；坚持终身学习，刻苦钻研，拓宽学术视野，优化知识结构；尊重关爱学生，严格要求、平等公正对待学生；不索要、收受学生及其家人的礼品、礼金、有价证券、支付凭证等财物。

三、教书育人。坚持教学中渗透德育；尊重学生个性差异，因材施教；积极开展教学改革，提高教育教学质量；不拒绝学生的合理要求；不通过向学生推销书刊等商品获取利益；不从事影响教育教学的兼职兼薪工作。

四、严谨治学。尊重科学规律，坚持真理；能够团结合作，协同创新；秉持学术良知，恪守学术规范；自觉抵制学术失范和学术不端行为；不弄虚作假、不抄袭剽窃、不篡改侵吞他人学术成果、不违规使用科研经费；不重复发表自己的科研成果；不滥用学术资源和学术影响。

五、服务社会。勇担社会责任，热心公益事业，传播优秀文化，普及科学知识；自觉承担社会义务，主动参加社会实践，积极提供专业服务。

六、为人师表。坚持学为人师，行为世范；言行雅正，举止文明，以高尚师德、人格魅力和学识风范感染学生；自尊自律，清廉从教，以身作则，自觉抵制有损教师职业声誉的行为；不在各类考试、推优等工作中徇私舞弊；不对学生实施性骚扰或与学生发生不正当关系。不有其他违反教师职业道德的行为。

承诺人：

年 月 日

13.2 阅读课程实施大纲，理解其内容

课程实施大纲具有 4 个方面的功能：1、教师和学生之间的契约合同；2、学生的学习工具；3、师生沟通的桥梁；4、教学评估的工具。因此请同学们务必要认真阅读学习。

13.3 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望

选课学生签名：_____ 年 月 日

14. 其他必要说明

本实施大纲在课程的实际实施过程中会根据实际情况予以持续的更新和优化。