



四川轻化工大学课程实施大纲

课程名称：碳达峰与碳中和概论

授课班级：能化 2022 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 3 月

《碳达峰与碳中和概论》课程实施大纲

基本信息

课程代码：16273023

课程名称：碳达峰与碳中和概论

学 分：2

总 学 时：32

学 期：第 6 学期

上课时间：第 1~8 周，周二第 9、10 节、周五第 3、4 节

上课地点：N1-115、N1-316 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 2022 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.....	6
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.....	7
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.....	8
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.....	10
6.3 学时安排.....	11
7.课程教学实施.....	12
7.1（第 1 单元）.....	12
7.1.1 教学日期.....	12
7.1.2 教学目标.....	12
7.1.3 教学内容.....	12
7.1.4 教学过程.....	12
7.1.5 教学方法.....	13
7.1.6 作业安排及课后反思.....	15
7.1.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	15
7.1.8 教学单元的参考资料.....	15
7.2（第 2 单元）.....	15
7.2.1 教学日期.....	15
7.2.2 教学目标.....	15
7.2.3 教学内容.....	15
7.2.4 教学过程.....	16
7.2.5 教学方法.....	16
7.2.6 作业安排及课后反思.....	19
7.2.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	19
7.2.8 教学单元的参考资料.....	19
7.3（第 3 单元）.....	19

7.3.1 教学日期.....	19
7.3.2 教学目标.....	19
7.3.3 教学内容.....	20
7.3.4 教学过程.....	20
7.3.5 教学方法.....	20
7.3.6 作业安排及课后反思.....	21
7.3.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	22
7.3.8 教学单元的参考资料.....	22
7.4 (第 4 单元)	22
7.4.1 教学日期.....	22
7.4.2 教学目标.....	22
7.4.3 教学内容.....	22
7.4.4 教学过程.....	23
7.4.5 教学方法.....	23
7.4.6 作业安排及课后反思.....	26
7.4.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	26
7.4.8 教学单元的参考资料.....	26
7.5 (第 5 单元)	27
7.5.1 教学日期.....	27
7.5.2 教学目标.....	27
7.5.3 教学内容.....	27
7.5.4 教学过程.....	27
7.5.5 教学方法.....	27
7.5.6 作业安排及课后反思.....	29
7.5.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	29
7.5.8 教学单元的参考资料.....	29
7.6 (第 6 单元)	29
7.6.1 教学日期.....	29
7.6.2 教学目标.....	30
7.6.3 教学内容.....	30
7.6.4 教学过程.....	30
7.6.5 教学方法.....	30
7.6.6 作业安排及课后反思.....	32
7.6.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	32
7.6.8 教学单元的参考资料.....	32
7.7 (第 7 单元)	32
7.7.1 教学日期.....	32
7.7.2 教学目标.....	32
7.7.3 教学内容.....	32
7.7.4 教学过程.....	33
7.7.5 教学方法.....	33
7.7.6 作业安排及课后反思.....	35
7.7.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	35
7.7.8 教学单元的参考资料.....	35

7.8 (第 8 单元)	35
7.8.1 教学日期	35
7.8.2 教学目标	36
7.8.3 教学内容	36
7.8.4 教学过程	36
7.8.5 教学方法	36
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 9 单元)	41
7.9.1 教学日期	41
7.9.2 教学目标	41
7.9.3 教学内容	41
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	44
7.9.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	44
7.9.8 教学单元的参考资料	44
7.10 (第 10 单元)	44
7.10.1 教学日期	44
7.10.2 教学目标	44
7.10.3 教学内容	44
7.10.4 教学过程	45
7.10.5 教学方法	45
7.10.6 作业安排及课后反思	49
7.10.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	49
7.10.8 教学单元的参考资料	49
7.11 (第 11 单元)	49
7.11.1 教学日期	49
7.11.2 教学目标	49
7.11.3 教学内容	49
7.11.4 教学过程	50
7.11.5 教学方法	50
7.11.6 作业安排及课后反思	53
7.11.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	53
7.11.8 教学单元的参考资料	53
7.12 (第 12 单元)	53
7.12.1 教学日期	53
7.12.2 教学目标	53
7.12.3 教学内容	53
7.12.4 教学过程	54
7.12.5 教学方法	54
7.12.6 作业安排及课后反思	56
7.12.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	57

7.12.8 教学单元的参考资料.....	57
7.13 (第 13 单元)	57
7.13.1 教学日期.....	57
7.13.2 教学目标.....	57
7.13.3 教学内容.....	57
7.13.4 教学过程.....	57
7.13.5 教学方法.....	58
7.13.6 作业安排及课后反思.....	62
7.13.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	62
7.13.8 教学单元的参考资料.....	63
7.14 (第 14 单元)	63
7.14.1 教学日期.....	63
7.14.2 教学目标.....	63
7.14.3 教学内容.....	63
7.14.4 教学过程.....	63
7.14.5 教学方法.....	64
7.14.6 作业安排及课后反思.....	67
7.14.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	67
7.14.8 教学单元的参考资料.....	68
7.15 (第 15 单元)	68
7.15.1 教学日期.....	68
7.15.2 教学目标.....	68
7.15.3 教学内容.....	68
7.15.4 教学过程.....	69
7.15.5 教学方法.....	69
7.15.6 作业安排及课后反思.....	75
7.15.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	76
7.15.8 教学单元的参考资料.....	76
7.16 (第 16 单元)	76
7.16.1 教学日期.....	76
7.16.2 教学目标.....	76
7.16.3 教学内容.....	76
7.16.4 教学过程.....	76
7.16.5 教学方法.....	77
7.16.6 作业安排及课后反思.....	78
7.16.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	78
7.16.8 教学单元的参考资料.....	78
8. 学生课程学习要求.....	79
8.1 学生自学的要求.....	79
8.2 课外阅读的要求.....	79
8.3 课堂讨论的要求.....	79
8.4 课程实践的要求.....	79
9. 课程考核方式及评分规程.....	80
9.1 出勤(迟到、早退等)、作业、报告等的要求.....	80

9.2 成绩的构成与评分规则说明.....	80
9.3 考试形式及说明.....	80
10. 学术诚信规定.....	83
10.1 考试违规与作弊.....	83
10.2 杜撰数据、信息等.....	83
10.3 学术剽窃等.....	83
11. 课堂规范.....	83
11.1 课堂纪律.....	83
11.2 课堂礼仪.....	84
12. 课程资源.....	85
12.1 教材与参考书.....	85
12.2 专业学术专著.....	86
12.3 专业刊物.....	86
12.4 网络课程资源.....	86
12.5 课外阅读资源.....	86
13. 学术合作备忘录.....	86
13.1 教师作出师德师风承诺.....	86
13.2 阅读课程实施大纲，理解其内容.....	88
13.3 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望.....	88
14. 其他必要说明.....	88

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

本课程是化工学院能化专业的必修课程,同时也是化学工程与工艺、应用化学、制药工程、生物制药的四个专业的复合选修课程,2 学分 32 学时,安排在大三第二学期。

2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用

鉴于碳达峰与碳中和已从国际条约转变为国内政策的情况,中共中央国务院于 2021 年 10 月底发布了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、《中国碳达峰行动方案》两个指导文件,标志着碳达峰与碳中和政策在中国正式开始落地实施,巨变在即,我国各行业在未来的四十年中的发展都将受到深刻影响。

我院能源化学工程、化学工程与工艺、应用化学、制药工程、生物制药的五个化工类专业也将受到不同程度的影响。通过本课程的学习,可以使掌握化工学科所面临的最新要求,和长期发展趋势,和其它专业课程形成一个有机的整体,专业发展方向更加明确。本课程的核心知识包括 3 个板块:(1)从政策的层面学习碳达峰和碳中和的有关知识,包括全球气候变化的有关组织、国际会议、国际条约、国内政策等;(2)从技术的层面,包括三类低碳技术:减碳技术、零碳技术、负碳技术;(3)从市场的层面,主要是正在逐步完善的碳排放交易市场的有关知识。

通过本课程的学习,可以掌握碳达峰与碳中和的有关政策知识、技术方案,

和市场刺激机制，开阔学生视野、明确努力方向，增加就业、深造机会，为国家和社会发展助力。

2.3 课程的前沿及发展趋势

碳，曾经是人类进步和工业兴起的最初推动力。从最早人类对于火的使用，到十八世纪中叶的工业革命，再到后来的电气化时代，二战后石油工业的崛起，人类主要是以燃烧含碳物质，特别是化石能源来推动社会进步。

煤炭、石油、天然气所释放的巨大能量让地球文明发生了天翻地覆的变化，形成了今天现代化社会的种种景观。

然而，无节制的碳排放，造成温室效应。与工业化之前相比，全球平均温度已经上升 1.168°C 。已经显现出海平面升高、干旱、极端天气、农作物减产、疾病频发等后果。

假如再无节制继续排放，到 2030 年将再升高 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，如不控制，到本世纪末气温要升高 $3\sim 6^{\circ}\text{C}$ ，这将突破临界温度，造成无法逆转的灾难性后果，人类的居住环境将变成一个“更不宜居的温室地球”。

经过多年谈判，2015 年《巴黎协定》确立了一个长期的宏伟目标，就是将全球平均升温控制在工业革命前的 2°C 以内，争取控制在 1.5°C 以内。

为了实现该目标，提出了要“尽快达到温室气体排放的全球峰值”（即碳达峰），并且“在本世纪下半叶实现温室气体源的人为排放与汇的清除之间的平衡”，也就是到 21 世纪下半叶实现温室气体净零排放，即碳中和（是指通过植树造林、节能减排等形式，抵消自身产生的二氧化碳排放量，实现净零二氧化碳排放）。

当代世界碳中和的巨大变革，力度相当于是十八世纪的工业革命，区别只是那时候是逐渐开始使用碳，现在是逐渐取消使用碳。这么重大的历史运动，需要各行的积极参与，共同努力。作为化工学科的专业人员，更应该必须参与进去，学习掌握必要的科学知识。

2.4 学习本课程的必要性

《碳达峰与碳中和概论》是化工类专业都要共同学习的复合选修课程，通过本课程的学习，掌握当代社会“碳达峰”与“碳中和”重大时代主题的有关知识，

掌握该主题在政策、技术、碳交易市场三个领域的具体体现。与其它课程群形成一个完整有机体，该课程在其中起到提示方向的作用，为国家的碳中和战略做好人才知识储备。

能源化学工程专业由于与能源领域密切相关的特点，学习此课程更为重要。

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

我校的能源化工专业设立之初，专业定位主要是煤化工，我所主要讲授的课程是《煤化学》和《煤化工工艺学》，后来由于专业方向调整，这两门课程合为一门课程《煤化工基础》。2015 年开始我校的能源化工专业定位逐渐往新能源新材料方向转变，我根据实际情况开设了《炭材料工程基础》和本课程《碳纤维与纳米炭材料》。2021 年，随着国务院两份碳达峰与碳中和指导文件的发布，标志着碳达峰和碳中和将成为未来四十年的发展方向，我根据这个实际情况，开设了这门《碳达峰与碳中和概论》课程，并适用于化工学院的能化、工艺、应化、制药、生药所有五个专业。

3.3 研究兴趣

碳中和。

4. 先修课程

本课程的先修课程为《新能源与可再生能源》。

5. 课程目标

1、掌握碳元素、碳循环、温室效应、温室效应危害的基本知识；了解全球气候问题的紧迫性，了解全球气候谈判的艰难历程，掌握巴黎协定、中国碳排放的历史与现状，重点掌握中国的碳达峰行动方案、中国的碳中和路径。形成碳达峰与碳中和在政策层面的知识体系。

2、掌握低碳技术分类；掌握电厂节能减排、热电联产、超临界燃烧机组发电；了解钢铁行业、电解铝、建筑工业、交通部门、林业、农业和渔业、其它部门的减碳技术。

3、了解太阳能、风力发电、其它新能源与可再生能源、储能技术。

4、掌握燃后碳捕获（吸收、吸附、膜分离、其它脱碳技术）；燃前碳捕获（煤气化基本原理、IGCC 技术）；富氧燃烧技术；碳运输；碳封存与利用概述；陆地封存与海洋封存；地质埋存；地质埋存机理；碳利用。

5、了解碳排放权交易；碳排放权交易市场。

5.1 知识与技能方面

本课程的内容包括碳达峰和碳中和在政策、技术、市场三个领域的有关知识，具体内容包括：

- （1）全球碳循环与温室效应；碳达峰与碳中和路径。
- （2）低碳技术分类；减碳技术；零碳技术；负碳技术。
- （3）碳排放权交易市场。

5.2 过程与方法方面

碳元素概述；全球碳循环；温室气体；温室效应；全球气候变化；全球气候

问题的紧迫性；全球气候谈判的艰难历程；巴黎协定；中国碳排放的历史与现状；中国的碳达峰行动方案；中国的碳中和路径。

低碳技术分类；减碳技术概述；燃煤电厂减碳技术；钢铁行业减碳技术；有色金属冶炼行业的减碳技术；化工行业减碳技术；建筑行业减碳技术；交通部门减碳技术；农业减碳技术。

零碳技术概述；太阳能；风力发电；储能技术——锂电池；氢燃料电池。

碳捕获与碳封存概述；燃后碳捕获——吸收、吸附、膜分离、其它脱碳技术；燃前碳捕获；富氧燃烧技术；化学链燃烧技术；碳运输；碳封存——碳封存概述、地质埋存、地质埋存机理；碳利用。

碳排放权交易；碳排放权交易市场。

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 全球碳循环与温室效应

碳元素概述；全球碳循环；温室气体；温室效应；全球气候变化。

第2章 碳达峰与碳中和路径

全球气候问题的紧迫性；全球气候谈判的艰难历程；巴黎协定；中国碳排放的历史与现状；中国的碳达峰行动方案；中国的碳中和路径。

第3章 低碳技术分类

低碳技术分类；减碳技术简介；零碳技术简介；负碳技术简介。

第4章 减碳技术

减碳技术概述；燃煤电厂减碳技术；钢铁行业减碳技术；有色金属冶炼行业的减碳技术；化工行业减碳技术；建筑行业减碳技术；交通部门减碳技术；农业减碳技术。

第5章 零碳技术

零碳技术概述；太阳能；风力发电；储能技术——锂电池；氢燃料电池。

第6章 负碳技术

碳捕获与碳封存概述；燃后碳捕获——吸收、吸附、膜分离、其它脱碳技术；燃前碳捕获；富氧燃烧技术；化学链燃烧技术；碳运输；碳封存——碳封存概述、地质埋存、地质埋存机理；碳利用。

第7章 碳排放权交易市场

碳排放权交易；碳排放权交易市场。

6.2 教学重点、难点

各章的重点和难点分述如下：

第1章 全球碳循环与温室效应

【重点】温室效应。

【难点】碳循环。

第 2 章 碳达峰与碳中和路径

【重点】中国的碳达峰行动方案。

【难点】中国的碳中和路径。

第 3 章 低碳技术分类

【重点】低碳技术分类。

【难点】减碳技术简介。

第 4 章 减碳技术

【重点】燃煤电厂减碳技术。

【难点】化工行业减碳技术。

第 5 章 零碳技术

【重点】太阳能。

【难点】锂电池。

第 6 章 负碳技术

【重点】燃前碳捕获。

【难点】燃后碳捕获碳。

第 7 章 碳排放权交易市场

【重点】碳排放权交易。

【难点】碳排放权交易市场。

6.3 学时安排

表 1 学时安排

内 容	学时
第 1 章 全球碳循环与温室效应	6
第 2 章 碳达峰与碳中和路径	8
第 3 章 减碳技术	10
第 4 章 零碳技术	4
第 5 章 负碳技术	2
第 6 章 碳排放权交易市场	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，需要掌握碳元素的有关基本概念、全球碳循环的有关基本概念。

7.1.3 教学内容

本单元的教学内容为第 1 章 全球碳循环与温室效应的第 1~2 节，具体内容

为：

1.1 碳元素概述

1.2 全球碳循环

本单元的重点和难点分别是：

【重点】全球碳循环。

【难点】碳循环的途径。

7.1.4 教学过程

本章内容将从最开始的宇宙大爆炸说起，引出碳元素的形成，继续阐释碳元素的三种杂化方式，并解释碳元素化合物数量极多的原因，然后开启第二节，讲述地球的五大碳库、碳循环的途径、对于地球的重要意义，最好点明二氧化碳在碳循环中的意义。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、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、表主要包括，图：

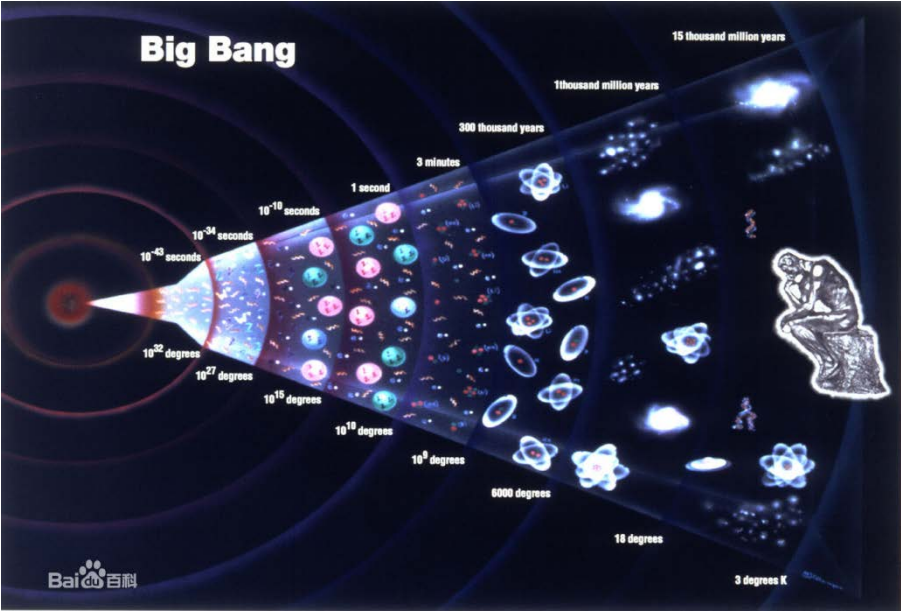


图 1.1 宇宙大爆炸

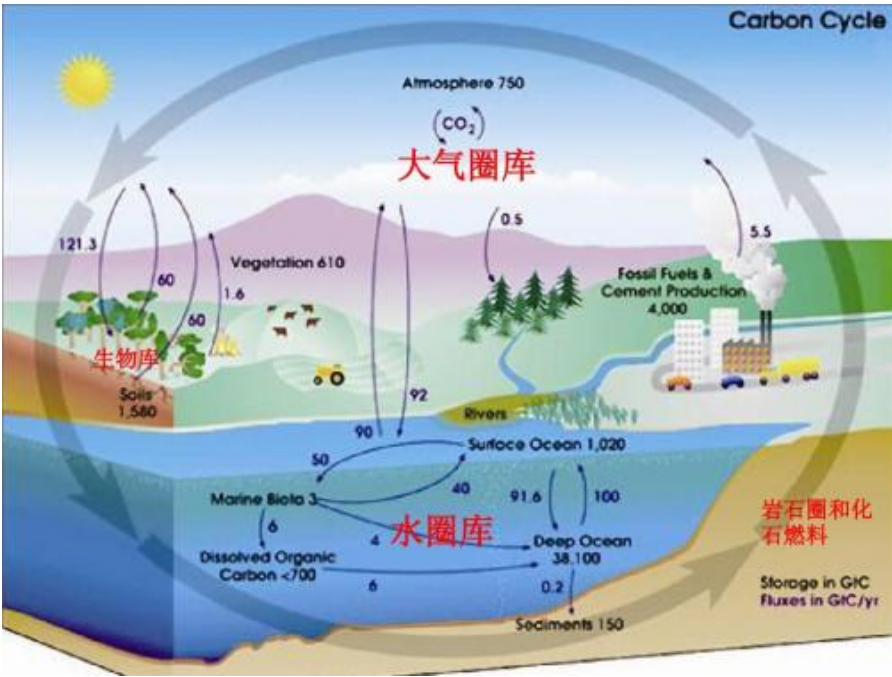


图 1.2 全球碳循环模式

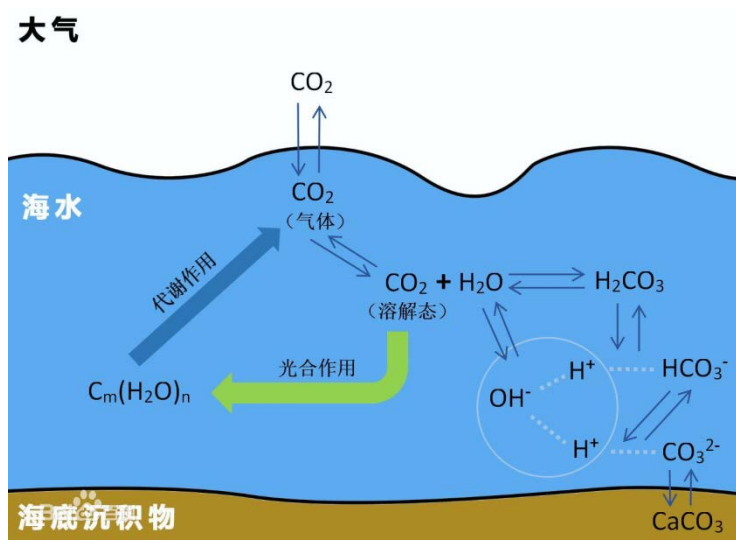


图 1.3 海洋对于二氧化碳的吸收



图 1.4 碳酸钙矿藏

表:

表 1.1 地球主要碳库

表 1 地球各主要碳库^[1]

Tab. 1 Carbon pools in the major reservoirs on Earth (1Gt = 1 × 10¹⁵ g)

碳 库	大小 (Gt C)	碳 库	大小 (Gt C)
大气圈	720	陆地生物圈 (总)	2 000
海洋	38 400	活生物量	600 ~ 1 000
总的无机碳	37 400	死生物量	1 200
表层	670	水圈	1 ~ 2
深层	36 730	化石燃料	4 130
总的有机碳	1 000	煤	3 510
岩石圈		石油	230
沉积碳酸盐	> 60 000 000	天然气	140
油母原质	15 000 000	其他 (泥炭)	250

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，为什么生命选择了以碳元素而不是其它元素作为基本骨架？

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有碳元素、全球碳循环方面的知识，做好开始学习一门新课程准备。

7.1.8 教学单元的参考资料

参阅尹荣楼等编著的《全球温室效应及其影响》（文津出版社，1993）一书第1~5章内容，加深有关碳循环的知识。

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，要求掌握温室气体的种类、温室效应的基本概念。

7.2.3 教学内容

本单元的教学内容为第1章“全球碳循环与温室效应”的第3、4节，具体内容包

1.3 温室气体

1.4 温室效应

本单元的重点和难点分别是：

【重点】温室效应的原理。

【难点】温室气体的特性。

7.2.4 教学过程

本单元内容首先从《京都议定书》说起，介绍温室气体的种类，然后介绍温室气体的作用原理，然后介绍温室效应的概念和原理。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、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，这些图表主要包括，图：



图 1.5 温室气体的排放

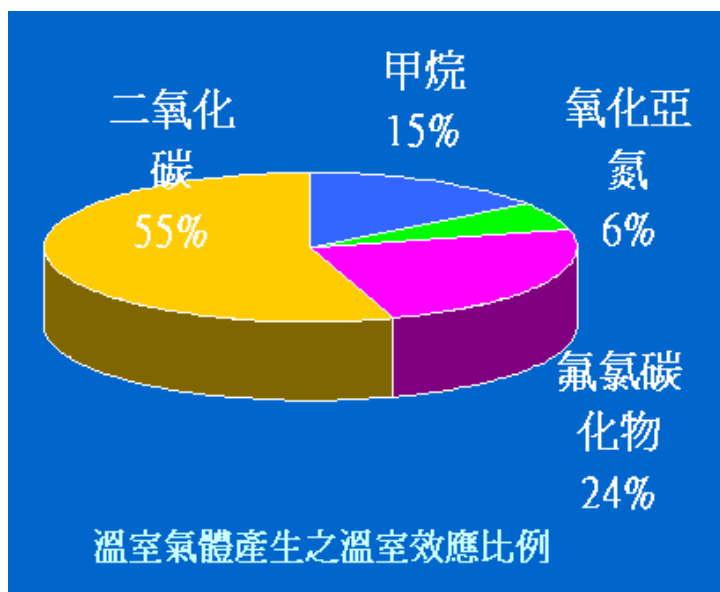


图 1.6 不同温室气体所作的贡献

图 2：全球二氧化碳排放量大幅增长（百万吨）

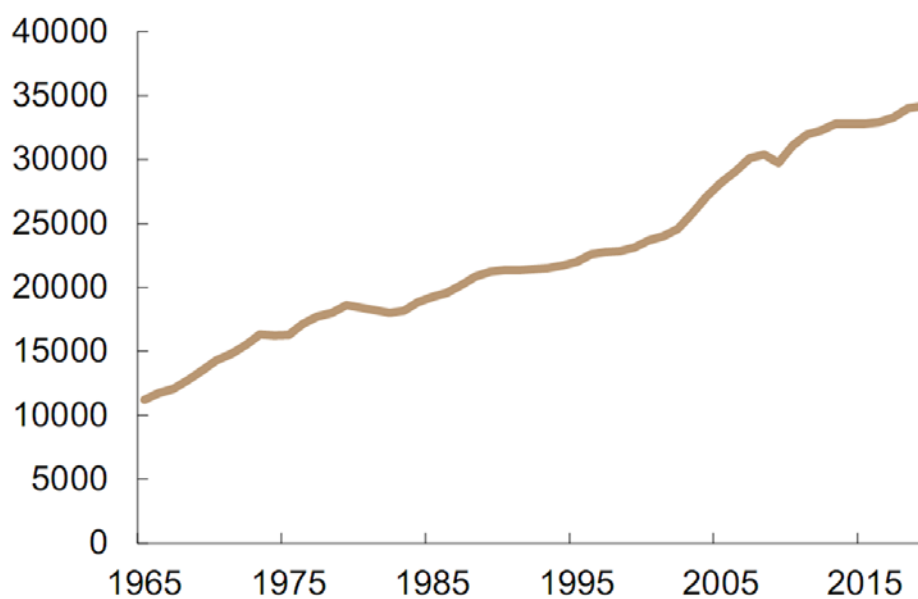


图 1.7 全球二氧化碳排放的增长

图 1：全球近一个半世纪温度上升了约 1.168 摄氏度

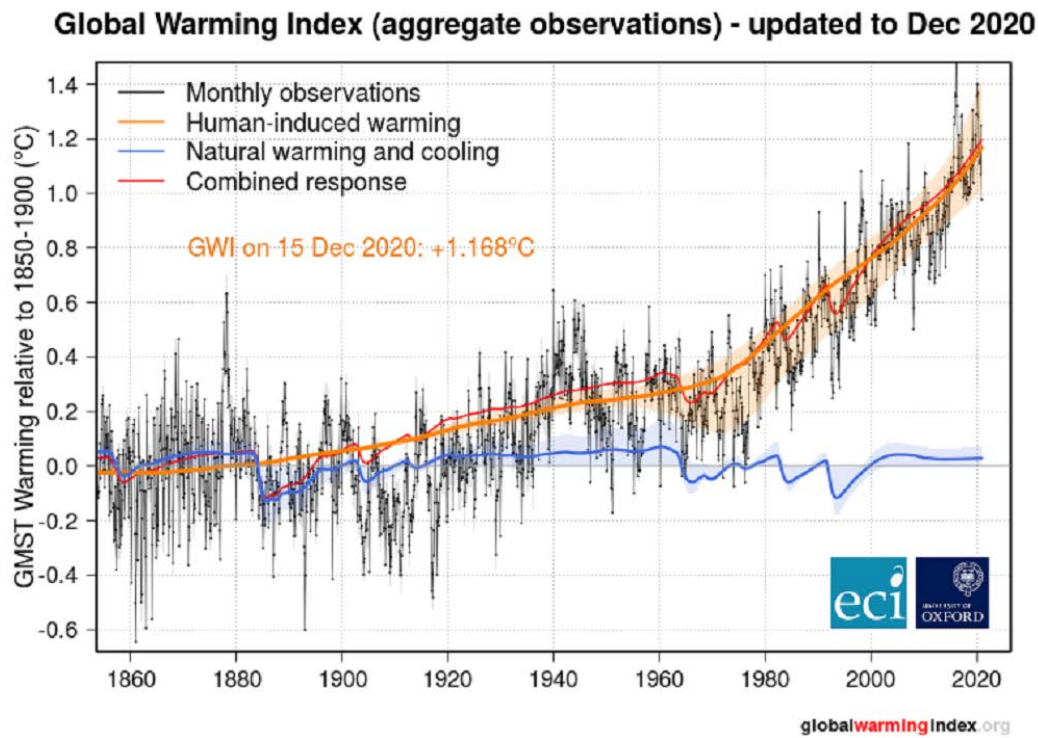


图 1.8 全球近一个世纪温度上升了 1.168 摄氏度

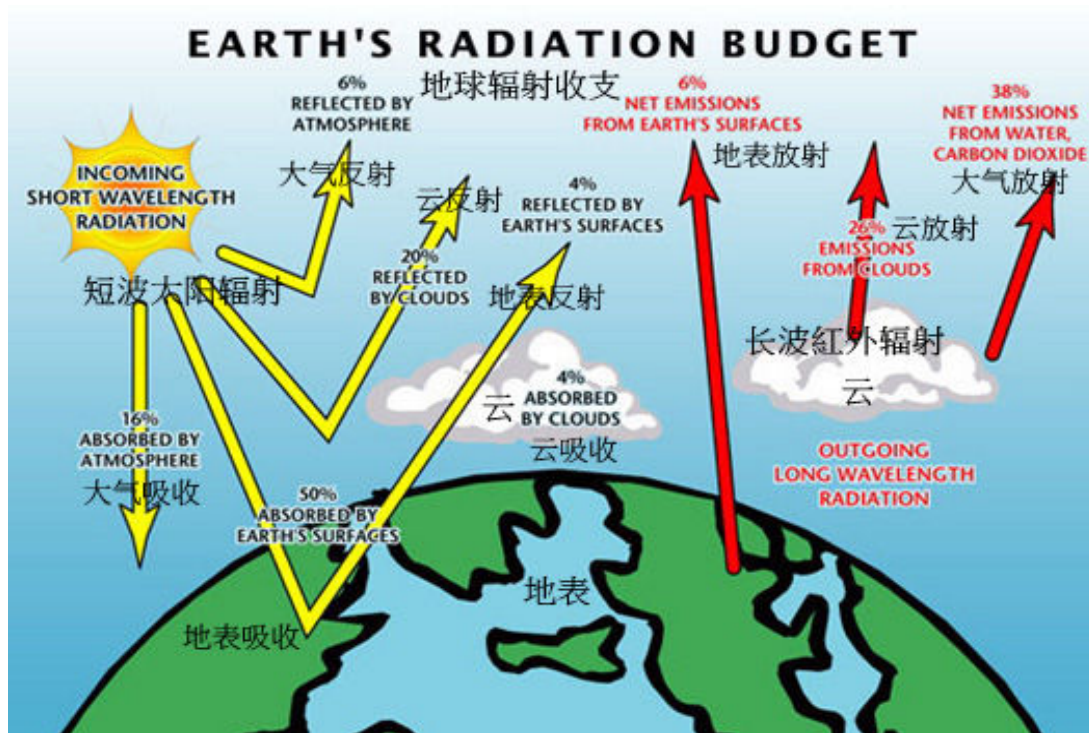


图 1.9 温室效应的基本原理

表：

表 1.2 温室效应主要气体浓度

	二氧化碳	甲烷	氧化二氮	氟氯烃	臭氧
浓度	355ppm	1.7ppm	310ppb	400ppt	400ppb
厚度	2.8m	1.4cm	2.5mm	3μ m	3mm

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，为什么要用二氧化碳作为温室气体排放的主要指标？

7.2.7 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有关温室气体、温室效应的有关知识。

7.2.8 教学单元的参考资料

参阅尹荣楼等编著的《全球温室效应及其影响》（文津出版社，1993）一书第 6~7 章内容，加深有关温室气体、温室效应的知识。

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

通过本单元的学习，要求掌握全球气候变化的有关知识。

7.3.3 教学内容

本单元的教学内容为第 1 章“全球碳循环与温室效应”的第 5 节，具体内容包

1.5 全球气候变化

本单元的重点和难点分别是：

【重点】全球变暖的原因。

【难点】气候变化从科学问题变成政治问题。

7.3.4 教学过程

本单元首先承接上一节温室效应的概念，介绍全球气候变化的基本情况，深入讨论全球变暖的原因、全球变暖的危害性和我们的应对措施。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，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图主要包括：

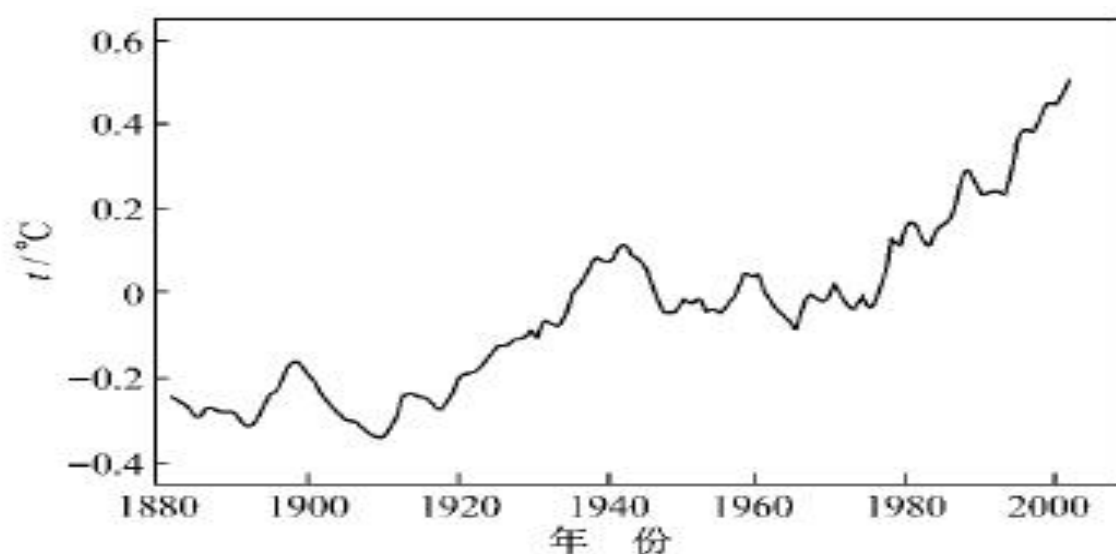


图 1.10 近百年全球平均气温的变化

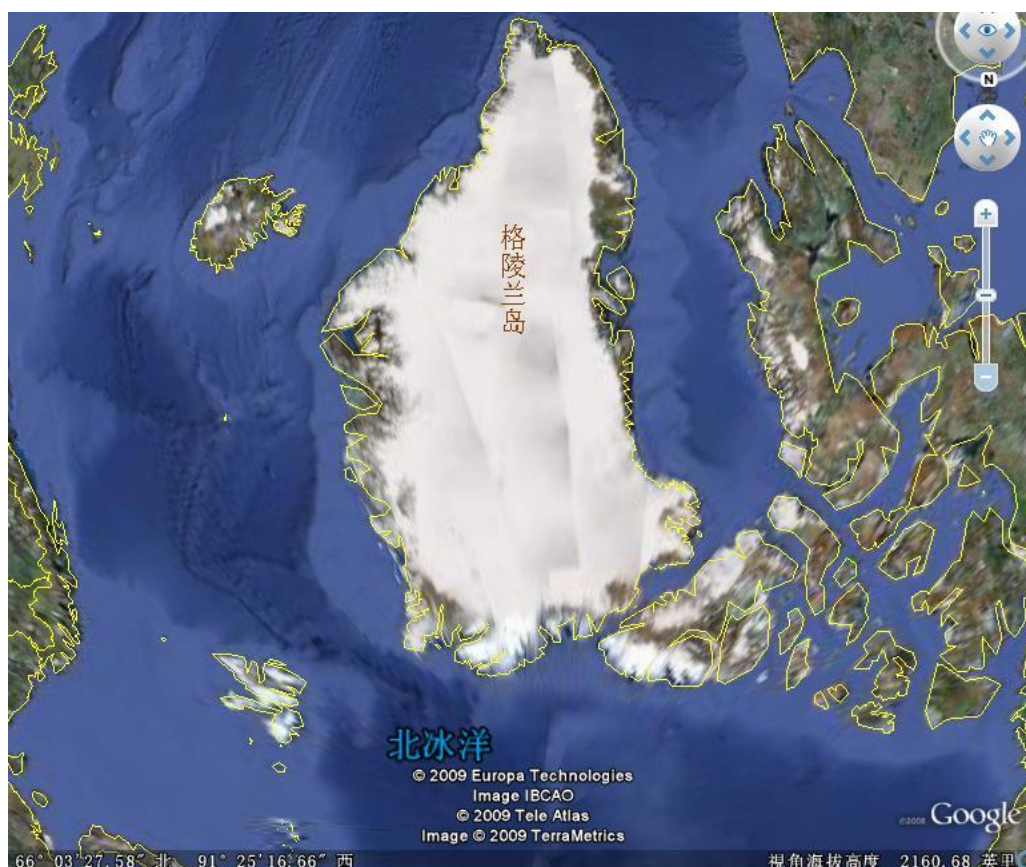


图 1.11 格陵兰冰川的变化

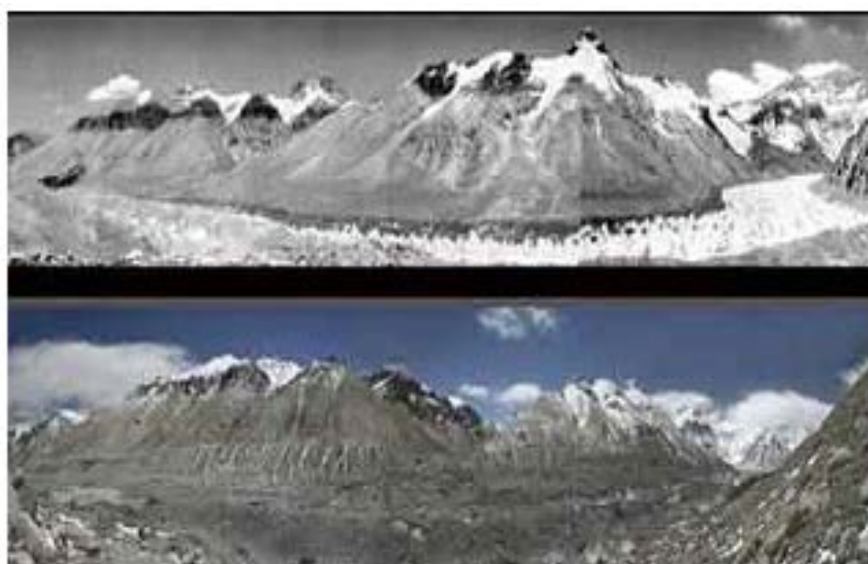


图 1.12 喜马拉雅山积雪的变化

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，为什么海平面上升会对我国造成什么影响？

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气候变化的基本知识，为听课做好准备。

7.3.8 教学单元的参考资料

参阅尹荣楼等编著的《全球温室效应及其影响》（文津出版社，1993）一书第8章内容，加深有关全球气候变化的知识。

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，要求掌握全球气候问题的紧迫性，和全球气候谈判的艰难历程，从而透彻理解世界各国形成全球变暖共识的深层原因。

7.4.3 教学内容

本单元的教学内容为第2章“碳达峰与碳中和路径”中第1、2节，具体内容
包括：

2.1 全球气候问题的紧迫性

2.2 全球气候谈判的艰难历程

本单元的重点和难点分别是：

【重点】全球气候问题的紧迫性

【难点】全球气候谈判的艰难历程

7.4.4 教学过程

本单元讲述全球气候问题的紧迫性，和全球气候谈判的艰难历程。首先承接上一章温室效应的内容，讲述目前全球气候的紧迫性，介绍所有这些结论的出处，为 IPCC，然后讲解全球气候变化问题的有关机构、组织、运行方式，然后有重点的介绍历次全球气候大会。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、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，这些图表主要包括，图：



图 2.1 IPCC 的组织方式



图 2.2 历次重要全球气候大会

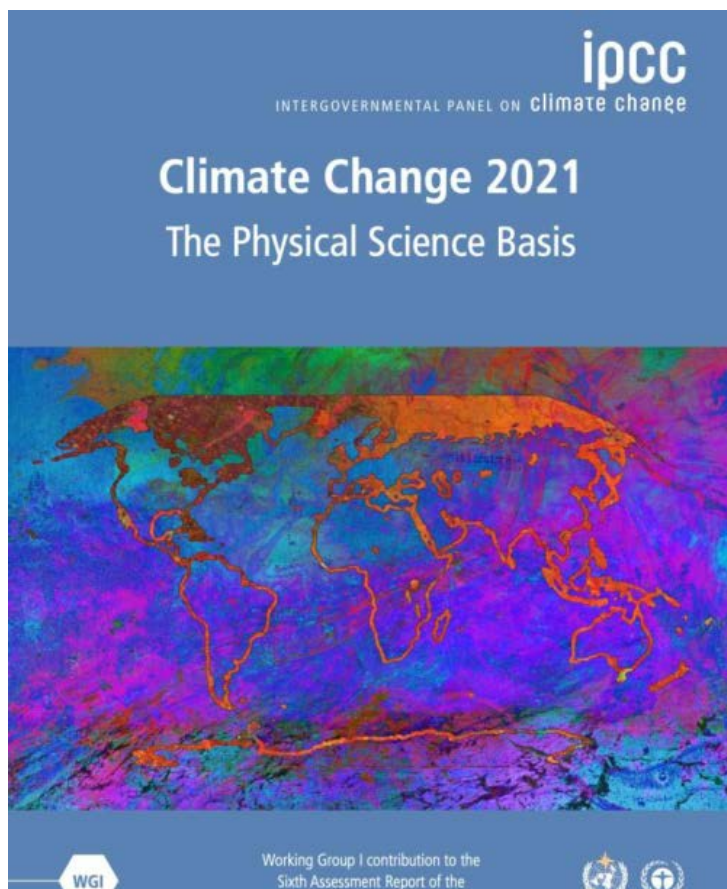


图 2.3 IPCC 发布《气候变化 2021：自然科学基础》



图 2.4 全球气候变化临界点

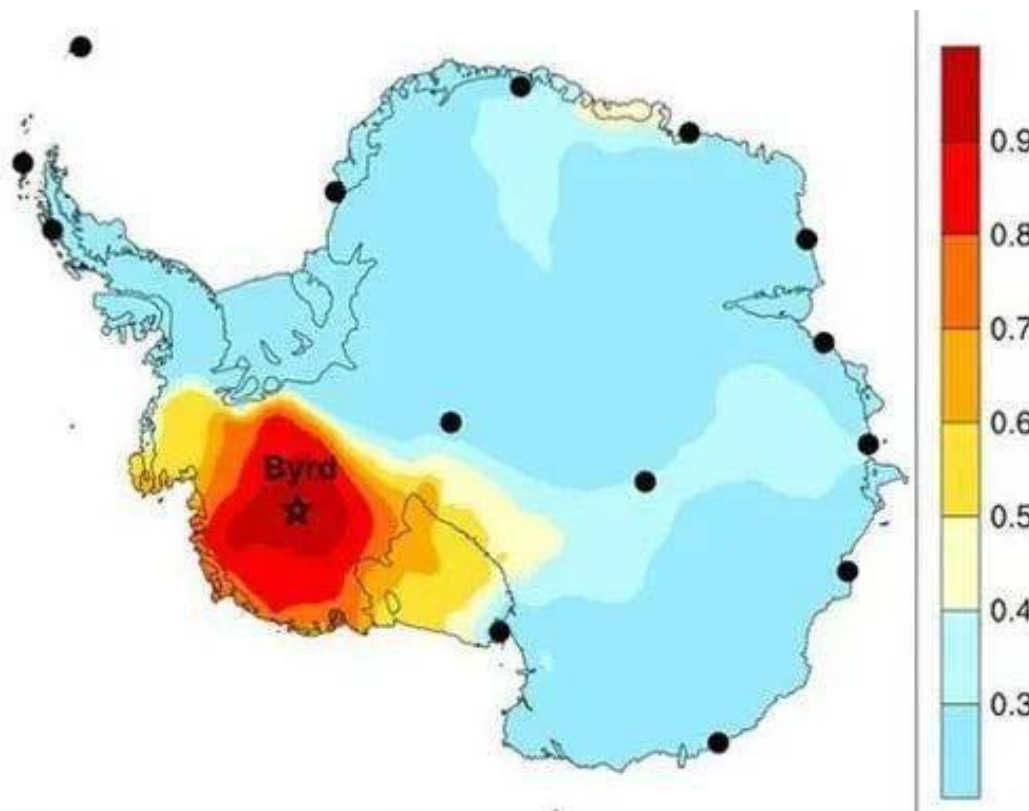


图 2.5 南极西部冰原消融



图 2.6 出席巴黎气候会议的各国政要

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，界定全球气候变化的临界点有何意义？

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联合国组织架构、历次全球气候大会的有关知识。

7.4.8 教学单元的参考资料

参阅陈迎等编著的《碳达峰、碳中和 100 问》（人民日报出版社，2021）第三章内容。

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

本单元学习巴黎协定和中国碳排放的历史与现状，通过本单元的学习，要求掌握巴黎协定的主要内容，和中国碳排放的历史与现状。

7.5.3 教学内容

本单元的教学内容为第 2 章“碳达峰与碳中和路径”中第 3、4 节，具体内容

包括：

2.3 巴黎协定

2.4 中国碳排放的历史与现状

本单元的重点和难点分别是：

【重点】中国碳排放的历史与现状。

【难点】巴黎协定。

7.5.4 教学过程

本单元在承接上一单元全球气候问题的紧迫性和历次全球气候大会的内容，相信介绍巴黎协定的有关内容，然后介绍中国的碳排放情况。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。

7.5.5 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，这些图表主要包括，图：

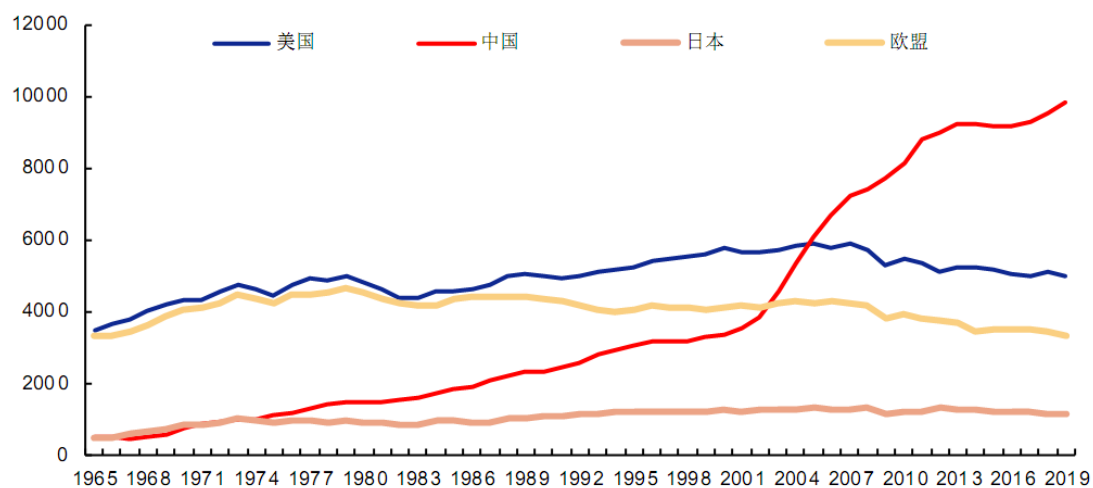


图 2.7 世界主要国家碳排放的变化

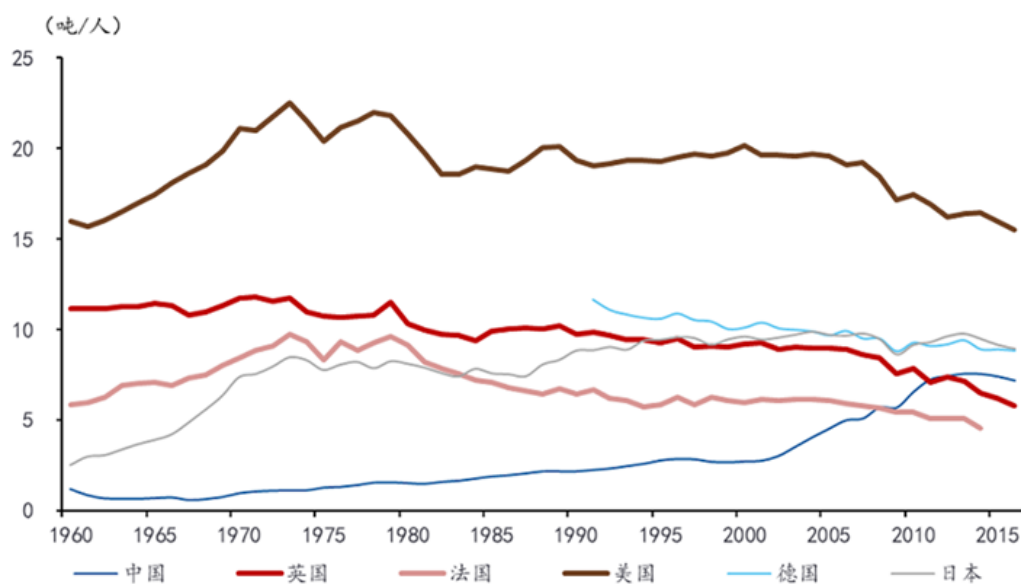


图 2.8 世界主要国家的人均碳排放量

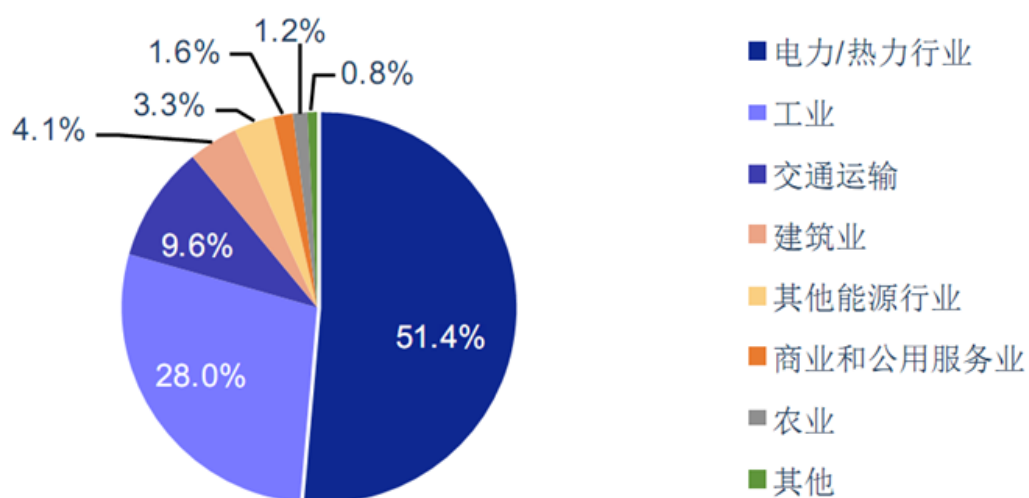


图 2.9 中国各主要工业部门的碳排放（2018 年）

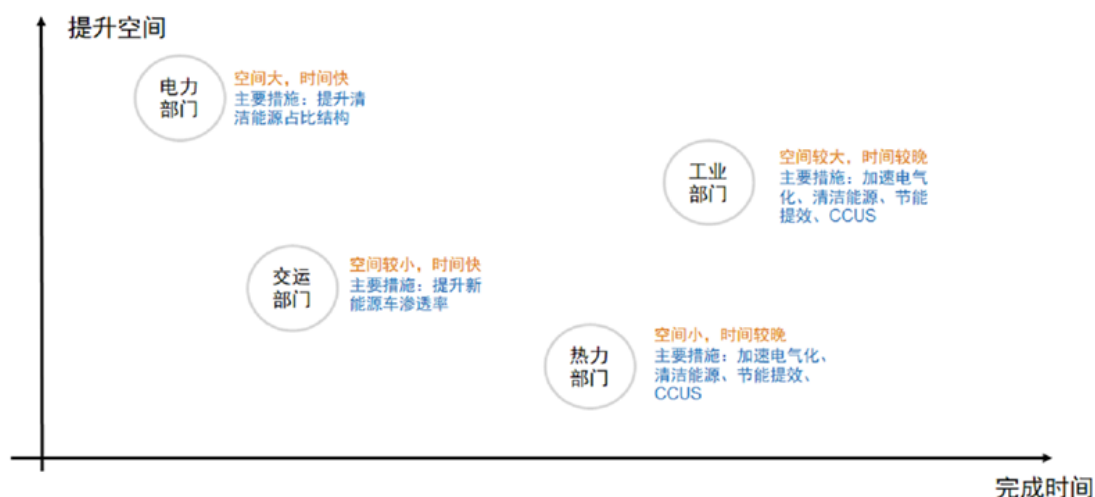


图 2.10 中国各部门的碳中和路径及难易程度

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，中国目前的碳排放总量和人均碳排放量的情况说明什么问题？

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巴黎协定和中国碳排放情况的有关信息。

7.5.8 教学单元的参考资料

参阅陈迎等编著的《碳达峰、碳中和 100 问》（人民日报出版社，2021）第三章内容。

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

本单元学习中国的碳达峰行动方案，要求掌握上述基本知识。

7.6.3 教学内容

本单元的教学内容为第2章“碳达峰与碳中和路径”中第5节，具体内容包括：

2.5 中国的碳达峰行动方案

本单元的重点和难点分别是：

【重点】《中国碳达峰行动方案》的重点任务。

【难点】《中国碳达峰行动方案》的原则。

7.6.4 教学过程

本单元承接上一单元中国在减排领域的历史贡献，介绍未来十年当中的《中国碳达峰行动方案》。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，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图主要包括：

中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见

2021-10-24 19:04 来源：新华社

【字体：大 中 小】     

新华社北京10月24日电

中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见

(2021年9月22日)

实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。为完整、准确、全面贯彻新发展理念，做好碳达峰、碳中和工作，现提出如下意见。

一、总体要求

(一) 指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，坚持系统观念，处理好发展

图 2.11 中共中央国务院关于碳达峰部署的指导性文件之一



中华人民共和国中央人民政府
www.gov.cn



国务院总理新闻政策互动服务数据国情国家政务服务平台

首页 > 信息公开 > 国务院文件 > 城乡建设、环境保护 > 环境监测、保护与治理

☆ 收藏 / 留言    

索引号：000014349/2021-00098
发文字号：国发〔2021〕23号
主题词：

主题分类：城乡建设、环境保护\环境监测、保护与治理
成文日期：2021年10月24日
发布日期：2021年10月26日

国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知
国发〔2021〕23号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：
现将《2030年前碳达峰行动方案》印发给你们，请认真贯彻执行。

国务院
2021年10月24日

(本文有删减)

2030年前碳达峰行动方案

为深入贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰、碳中和的重大战略决策，扎实推进碳达峰行动，制定本方案。
一、总体要求
(一) 指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大

相关报道

* 国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》

解读

* 2030年前碳达峰的总体部署——就《2030年前碳达峰行动方案》专访国家发展改革委负责人

图 2.12 中共中央国务院关于碳达峰部署的指导性文件之二

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，中国的碳达峰行动方案与美国的碳达峰过程有何异同？

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碳达峰的最新报道，为听课做好准备。

7.6.8 教学单元的参考资料

参阅陈迎等编著的《碳达峰、碳中和 100 问》（人民日报出版社，2021）第三章内容。

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

本单元学习中国的碳中和路径，通过本单元的学习，要求掌握中国的碳中和路径的基本知识。

7.7.3 教学内容

本单元的教学内容为第 2 章“碳达峰与碳中和路径”中第 5 节，具体内容
包括：

2.6 中国的碳中和路径

本单元的重点和难点分别是：

【重点】我国实现碳中和的路径。

【难点】碳中和带来的机遇。

7.7.4 教学过程

本单元承接上一单元碳达峰的内容，继续讲解中国的碳中和路径。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，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图主要包括：

表 3：各国碳中和时间

国家地区	碳中和时间	具体内容
中国	2060 年	2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和
奥地利	2040 年	2030 年实现 100% 清洁电力，2040 年实现碳中和
加拿大	2050 年	2050 年实现碳中和
智利	2050 年	2024 年前关闭 28 座燃煤电厂中的 8 座，并在 2040 年前逐步淘汰煤电
哥斯达黎加	2050 年	2050 年实现碳中和
丹麦	2050 年	2030 年起禁止销售新的汽油和柴油车，并支持电动车； 2050 年实现碳中和
欧盟	2050 年	2050 年实现净零排放
斐济	2050 年	2050 年实现净零排放
冰岛	2040 年	2040 年实现碳中和
爱尔兰	2050 年	2050 年实现碳中和，在未来十年内每年减排 7%
新西兰	2050 年	2050 年实现碳中和，生物甲烷将在 2017 年的基础上减少 24-47%
斯洛伐克	2050 年	2050 年实现碳中和
韩国	2050 年	2050 年前使经济脱碳，并结束煤炭融资
瑞典	2045 年	2045 年实现碳中和

资料来源：搜狐网，新浪网，华金证券研究所

图 2.13 世界各国的碳中和时间

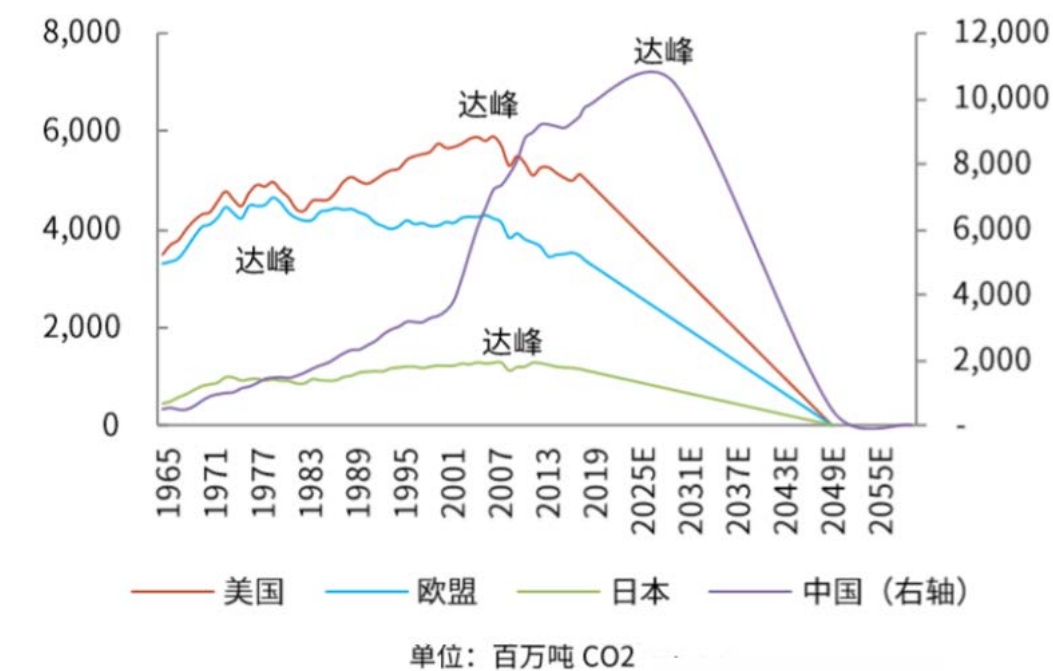


图 2.14 各主要国家的碳达峰与碳中和时间

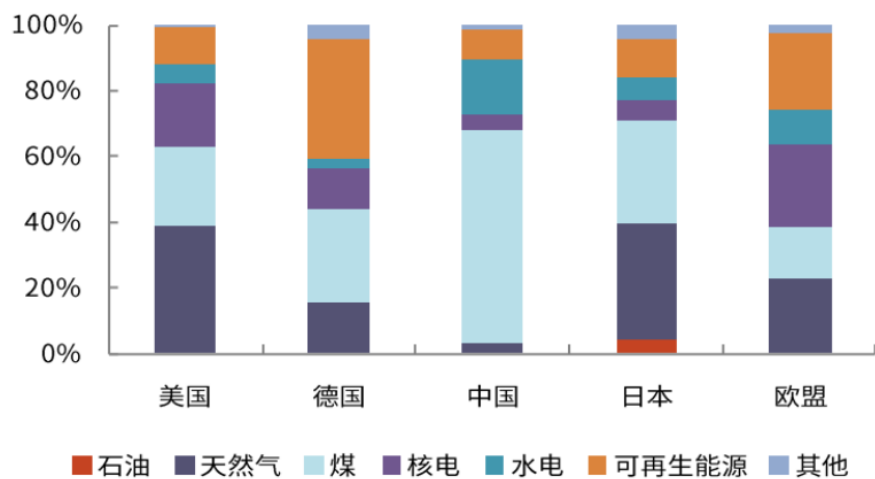


图 2.15 世界各主要国家发电量的组成

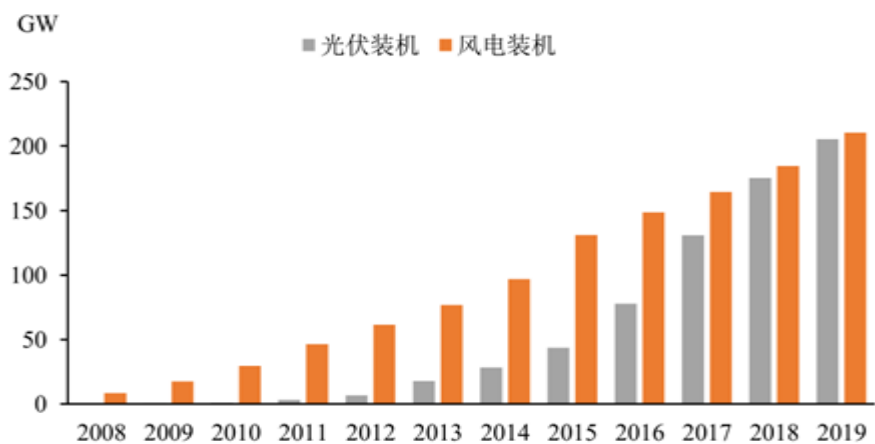


图 2.16 中国太阳能和风电的装机量变化

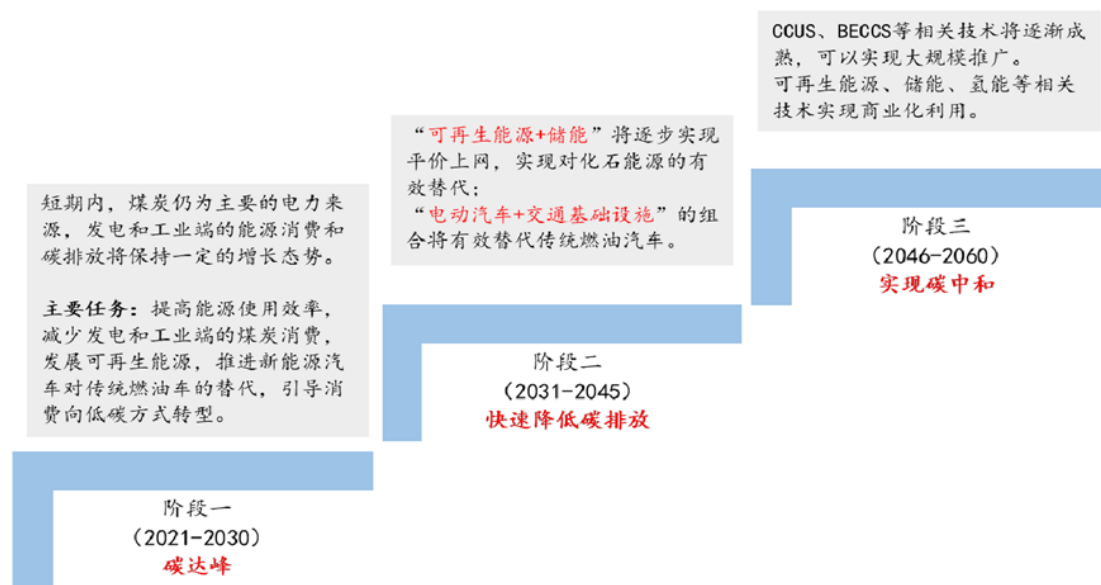


图 2.17 中国碳中和的三个阶段

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, 中国的碳中和时间为何比其他主要国家晚 10 年?

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有关碳中和的信息, 为听课做好准备。

7.7.8 教学单元的参考资料

参阅陈迎等编著的《碳达峰、碳中和 100 问》(人民日报出版社, 2021) 第三章内容。

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

本单元学习低碳技术分类，简要介绍减碳技术、零碳技术、负碳技术，通过本单元的学习，要求掌握上述基本知识。

7.8.3 教学内容

本单元的教学内容为第3章“减碳技术”的第1节，具体内容包括：

3.1 低碳技术分类

本单元的重点和难点分别是：

【重点】零碳技术。

【难点】减碳技术。

7.8.4 教学过程

本单元开始，从技术的角度介绍实现碳中和的方法，本章的作用是承前启后，概述后三章的内容。首先从介绍低碳技术的三大分类，然后逐一作简要介绍。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、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，这些图表主要包括，图：

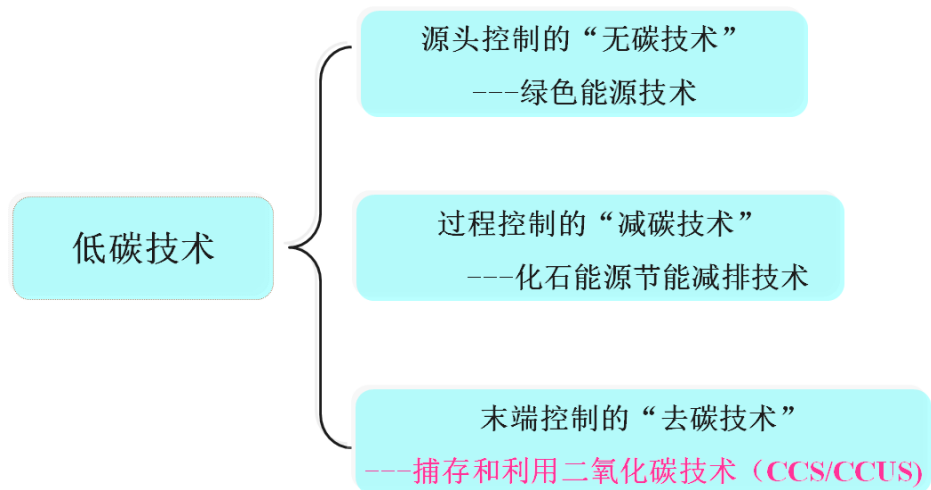


图 3.1 低碳技术的三大分类



图 3.2 超临界燃煤发电技术

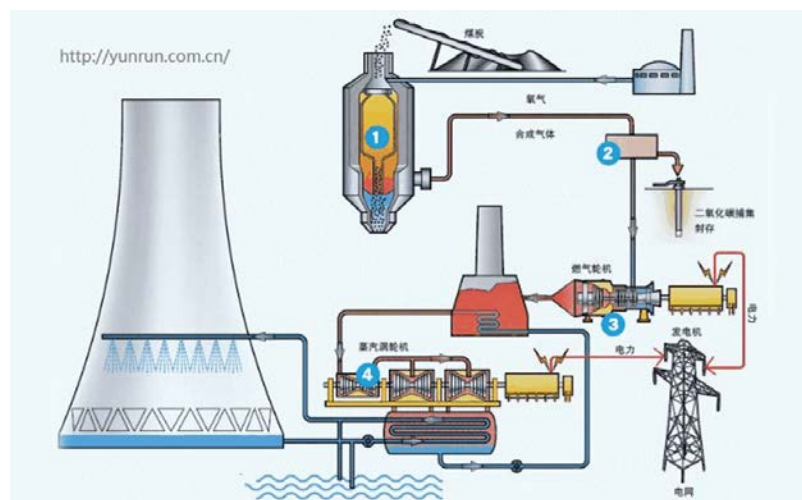
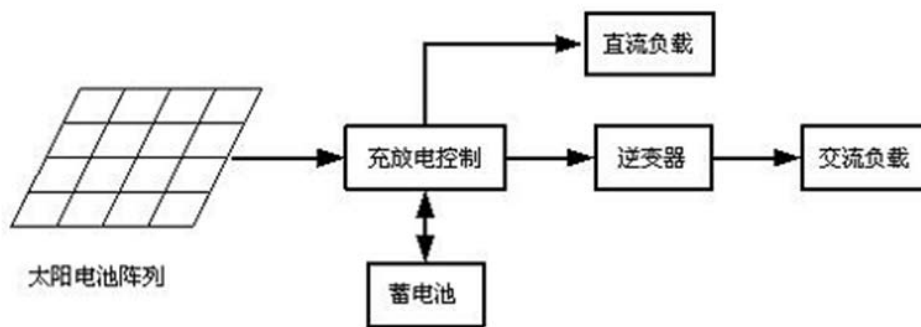


图 3.3 IGCC 技术



组成：太阳电池阵列、蓄电池、控制器、逆变器

图 3.4 光伏发电独立系统示意图



图 3.5 光伏发电



图 3.6 风力发电

表：

表 3.1 中国低碳技术的发展之路

时 间	第一阶段 2010—2020 年	第二阶段 2021—2035 年	第三阶段 2036—2050 年	远期 2050 年以后
能 源 供 应	水力发电	风力发电	氢能规模利用	
	第一代生物质利用技术	薄膜光伏电池	高效储能技术	核聚变
	超超临界发电	太阳能热发电	超导电力技术	海洋能发电
	IGCC	电厂 CCS	新概念光伏电池	天然气水合物
	单 / 多 / 非晶硅光伏电池	分布式电网耦合技术	深层地热工程化	
交 通	第二代和第三代核电	第四代核电		
	燃油汽车节能技术	高能量密度动力电池	燃料电池汽车	
	混合动力汽车	电动汽车	第二代生物燃料	第三代生物燃料
	新型轨道交通	生物质液体燃料		
建 筑	热泵技术			
	围护结构保温			
	太阳能热利用	新概念低碳建筑	新概念低碳建筑	新概念低碳建筑
	区域热电联供			
	LED 照明技术			
工 业	采暖空调、采光通风系统节能			
	工业热电联产	工业 CCS	工业 CCS	工业 CCS
	重点生产工艺节能技术	先进材料	先进材料	先进材料
	工业余热、余压、余能利用			

表 3.2 零碳技术分类

种类		我国资源可开发量	折合标准煤（亿tce）
太阳能		17000亿tce	17000
风能		10亿kW	8
水能		经济可开发4.0亿kW 技术可开发5.4亿kW	4.8~6.4
生 物 质 能	生物质发电	3亿吨秸秆+3亿吨林业废弃物	1.5+2.0=3.5
	液体燃料	5000万吨	0.5
	沼气	800亿m ³	0.6
	总计		4.6
地热能		33亿tce	33（但适于发电的少）

表 3.3 碳封存技术分类

方式	技术	研究阶段	示范阶段	一定条件下经济可行	成熟化市场
地质封存	强化采油(EOR)				✓
	天然气或石油层			✓	
	盐沼池构造			✓	
	提高煤层气(ECBM)		✓		
海洋封存	直接注入(溶解型)	✓			
	直接注入(湖泊型)	✓			
碳酸盐矿石封存	天然硅酸盐矿石	✓			
	废弃物料		✓		
工业利用					✓

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，三大低碳技术那一种当前需求最迫切？

7.8.7 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低碳技术的有关材料。

7.8.8 教学单元的参考资料

参阅邹德文、李海鹏等编著的《低碳技术》（人民出版社，2016）第一章内容。

7.9（第9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

本单元学习减碳技术的概述，和燃煤电厂的减碳技术，通过本单元的学习，要求掌握上述基本知识。

7.9.3 教学内容

本单元的教学内容为第3章“减碳技术”的第2、3节，具体内容包括：

3.2 减碳技术概述

3.3 燃煤电厂减碳技术

本单元的重点和难点分别是：

【重点】超超临界燃煤发电技术。

【难点】煤炭多联产技术。

7.9.4 教学过程

本单元首先回顾一下三大低碳技术分类，然后介绍减碳技术的概述，然后详细讲解燃煤电厂的减碳技术。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，并配以教师深入浅出的讲解，生动地说明所要学习的内容，这些图主要包括：

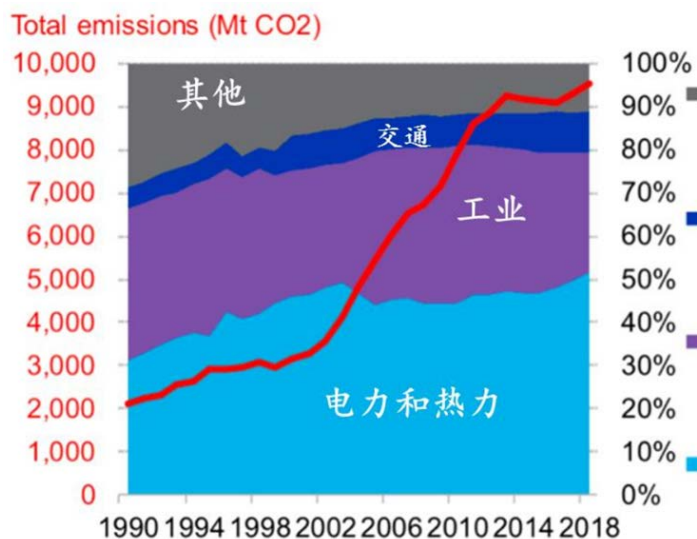


图 3.7 我国不同部门碳排放的年变化量

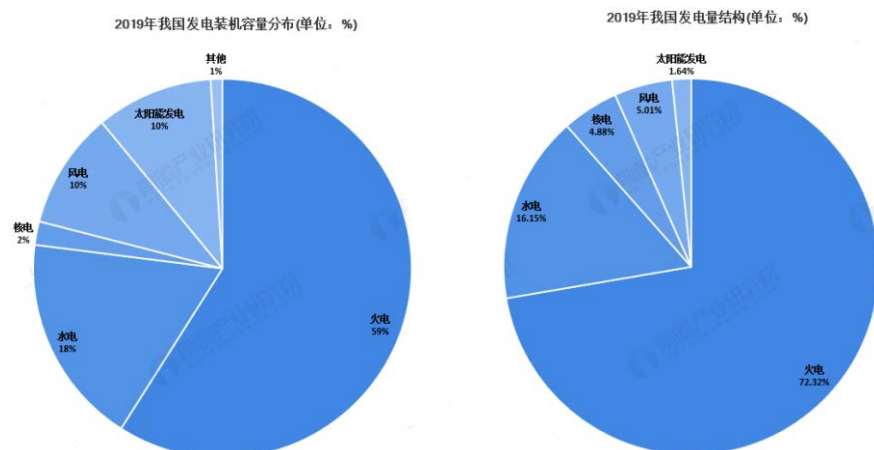


图 3.8 中国的发电构成

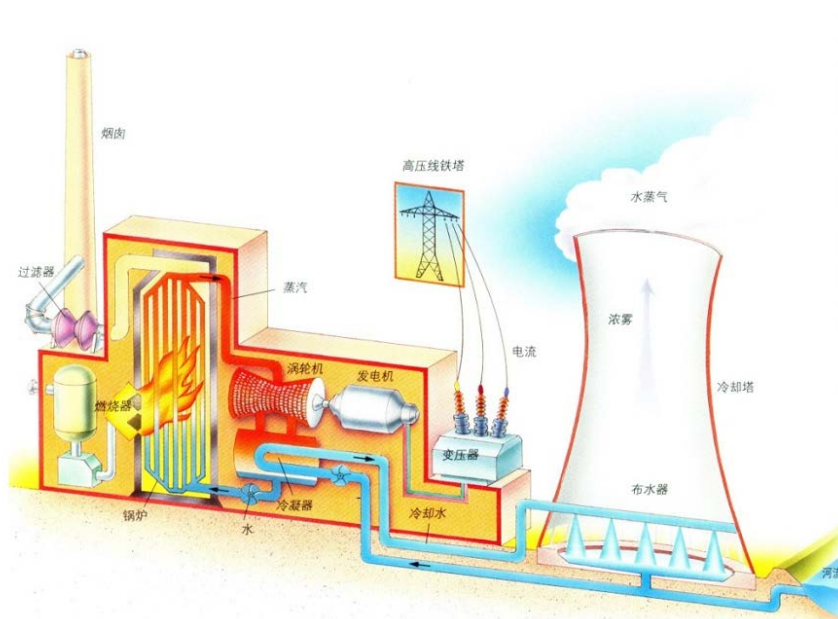


图 3.9 燃煤电厂的基本原理

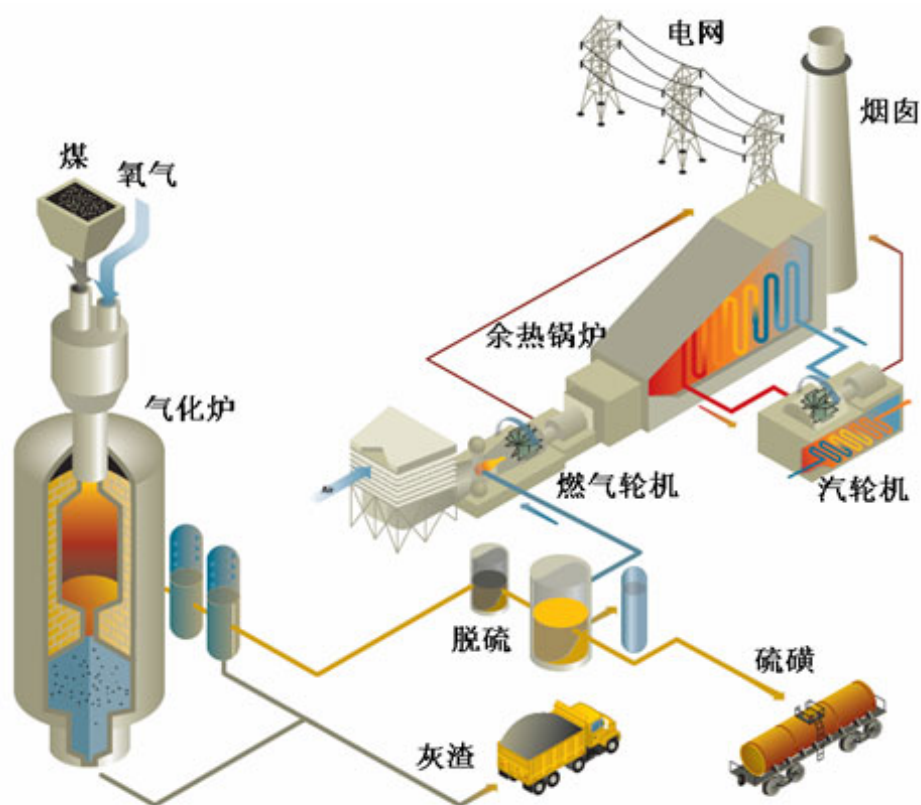


图 3.10 IGCC 技术示意图



图 3.11 超超临界燃煤发电机组

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，超超临界燃煤发电技术能否彻底实现碳中和？

7.9.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请上网查阅有关燃煤电厂节能减排技术的有关知识。

7.9.8 教学单元的参考资料

请参阅倪维斗、李政编著的《基于煤气化的多联产能源系统》（清华大学出版社，2016）第一章内容。

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

本单元学习钢铁行业，和有色金属冶炼行业的减碳技术，通过本单元的学习，要求掌握上述基本知识。

7.10.3 教学内容

本单元的教学内容为第 4 章“减碳技术”的第 4、5 节，具体内容包括：

3.4 钢铁行业减碳技术

3.5 有色金属冶炼行业的减碳技术

本单元的重点和难点分别是：

【重点】钢铁行业减碳技术。

【难点】电解铝的减碳技术。

7.10.4 教学过程

本单元首先简要介绍钢铁生产的两大流程：长流程和短流程，然后介绍两种流程能够进行碳减排的环节，和减排的措施。介绍完钢铁冶炼的碳减排，介绍电解铝的碳减排方法，最后介绍铜、锌、铅等有色金属冶炼的减排措施。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、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、表包括，图：

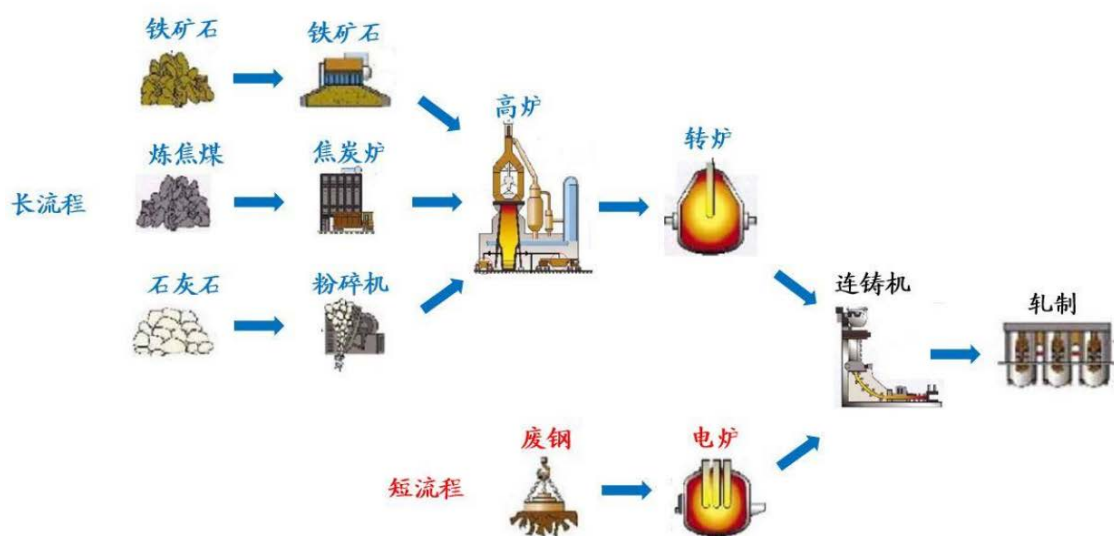


图 3.12 长流程炼钢与短流程炼钢

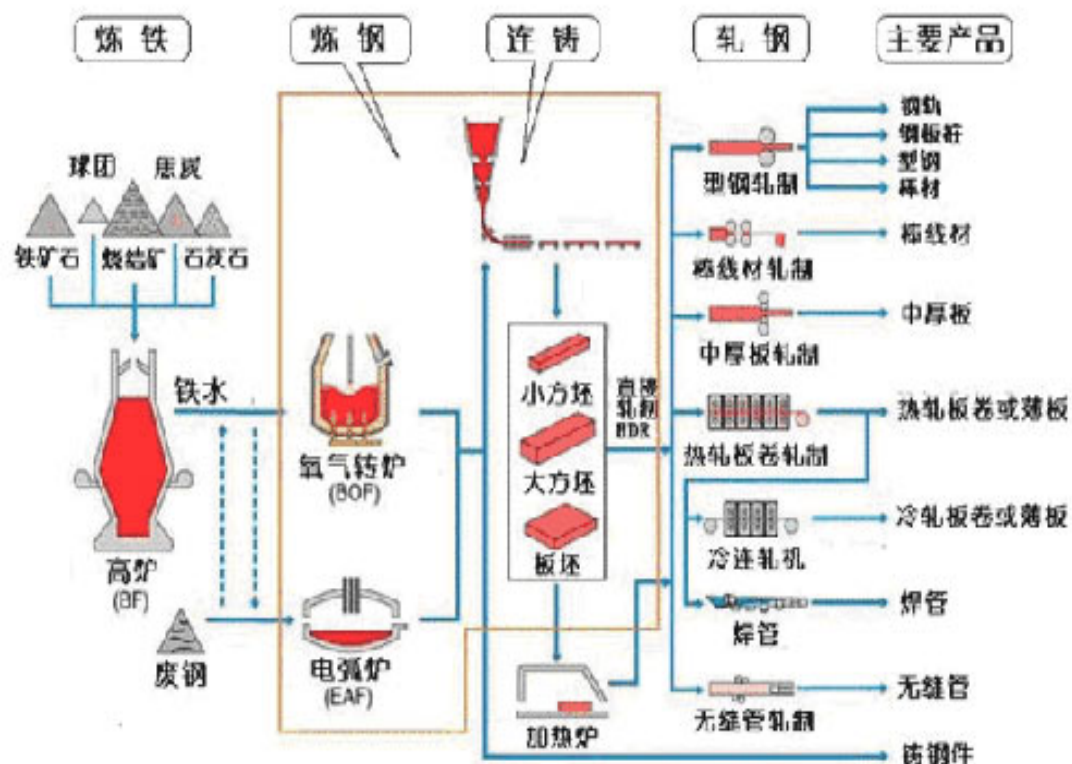


图 3.13 炼钢厂的流程

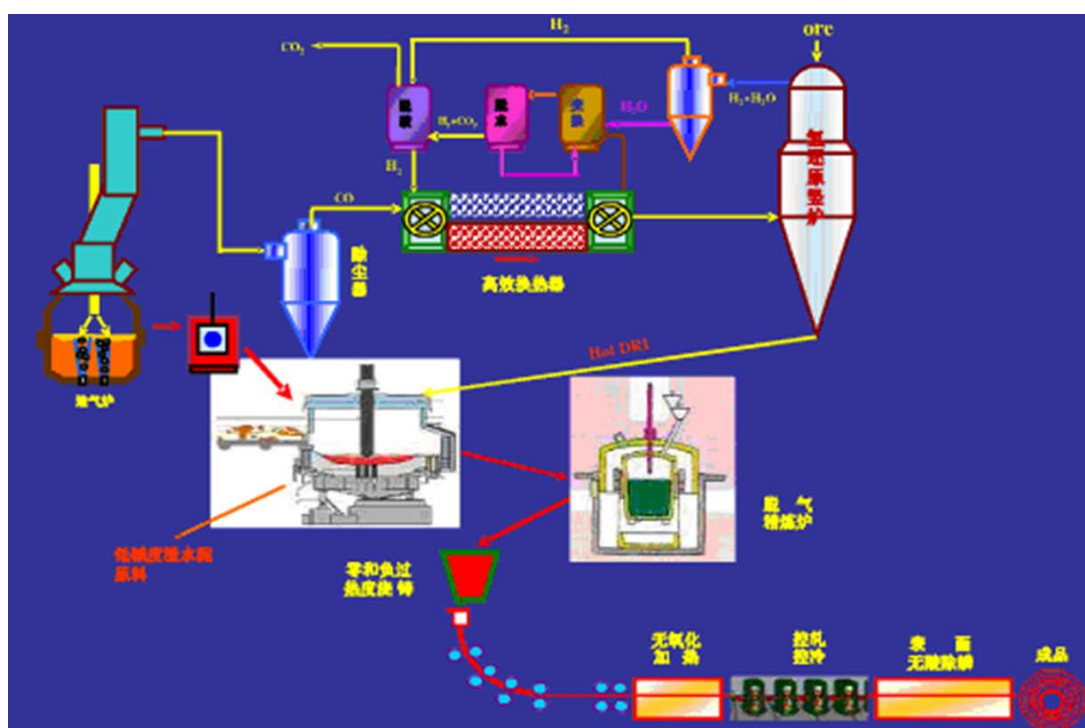


图 3.14 基于氢冶金熔融还原炼铁工艺—氢冶金工艺

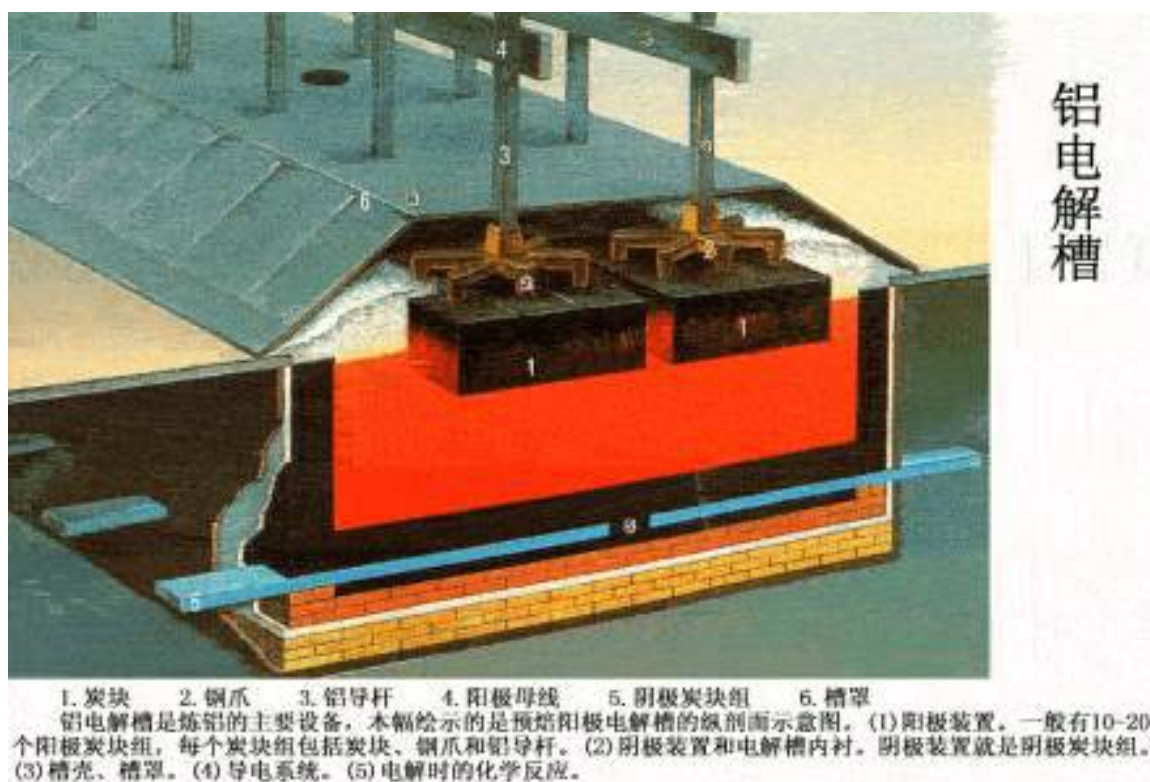


图 3.15 铝电解槽



图 3.16 传统电炉炼铜的污染排放



图 3.17 火法炼锌

表：

表 3.4 炼铁原辅料及炼铁过程主要成分变化

炼铁原辅料	炼铁过程主要成分变化
含铁原料：铁矿石、烧结矿、球团矿	含铁原料含有大量的赤铁矿(Fe_2O_3)。有时含有少量的磁铁矿(Fe_3O_4)。在高炉中，铁氧化物逐渐还原，形成石棉铁，最后生成熔融生铁
助熔剂：石灰石	脉石与助熔剂结合形成渣，渣是复杂的硅酸盐混合物，其密度比铁水低
还原剂：焦炭	还原剂碳反应后形成CO与CO ₂ 在炉顶收集
辅助还原剂：煤粉、石油、天然气、塑料	还原剂中碳反应后形成CO与CO ₂ 在炉顶收集，氢与氧反应形成蒸汽

表 3.5 中国主要有色金属产量占世界比例（2012） 单位:万吨

	世界产量	中国产量	中国占比(%)	名次
铜	2013.2	582.4	28.93	1
铝(原铝)	4495.0	2026.7	45.09	1
铅	1062.2	464.6	43.74	1
锌	1261.8	482.9	38.27	1

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，为什么湿法冶金目前不占主导？

7.10.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请上互联网查阅钢铁冶炼、有色金属冶炼的有关信息，为本单元的学习做好准备。

7.10.8 教学单元的参考资料

请参阅邱竹贤编著的《铝电解》（冶金工业出版社，1982）第二章内容，深入了解铝电解的基本原理。

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

本单元学习化工行业、建筑行业的减碳技术，通过本单元的学习，要求掌握上述基本知识。

7.11.3 教学内容

本单元的教学内容为第 4 章“减碳技术”的第 5、6 节，具体内容包括：

4.5 化工行业减碳技术

4.6 建筑行业减碳技术

本单元的重点和难点分别是：

【重点】化工行业的减碳技术。

【难点】建筑行业的减碳技术。

7.11.4 教学过程

本单元学习化工行业和建筑行业的碳减排技术，首先从大家熟悉的甲醇生产工艺说起，介绍其减排途径，然后介绍其他主要化工生产工艺的减排方法。化工行业的碳减排方法介绍完了，介绍建筑行业的碳减排方法。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、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，这些图表主要包括，图：

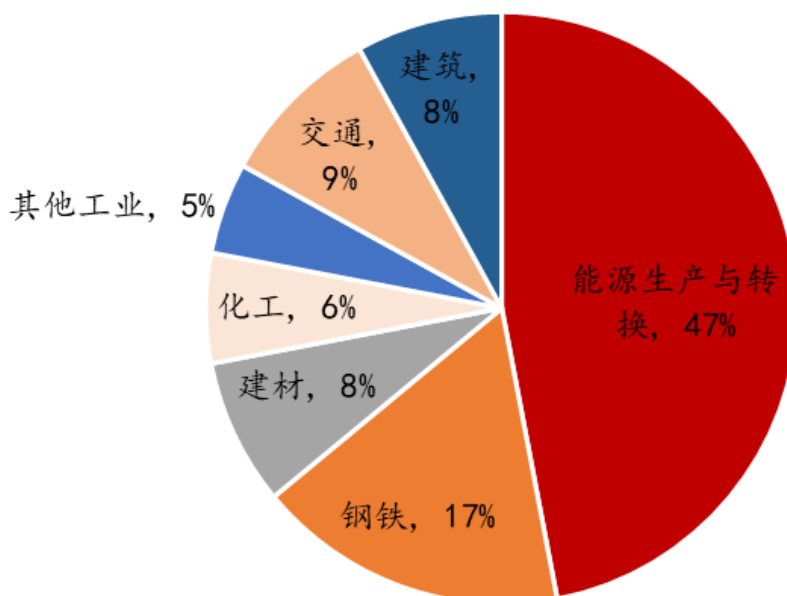


图 3.18 化工行业的碳排放占 6%

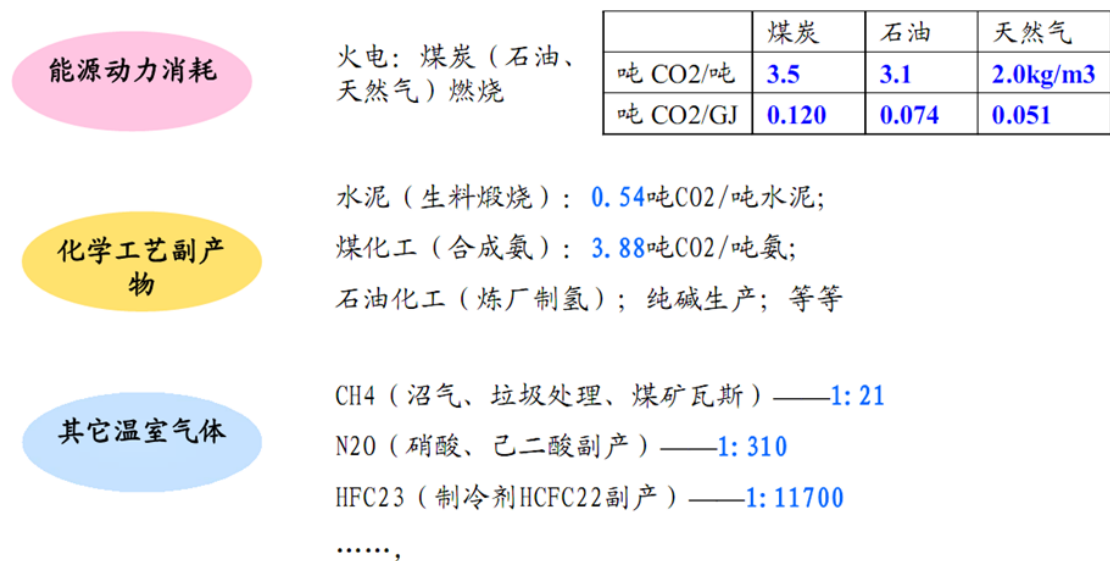


图 3.19 化工行业碳排放主要来源

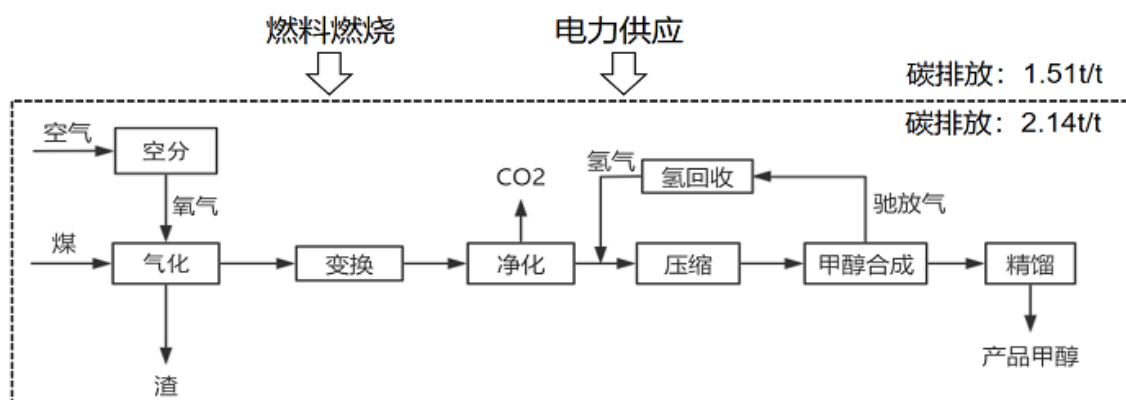


图 3.20 煤制甲醇碳排放来自外部耗能间接排放与工艺直接排放

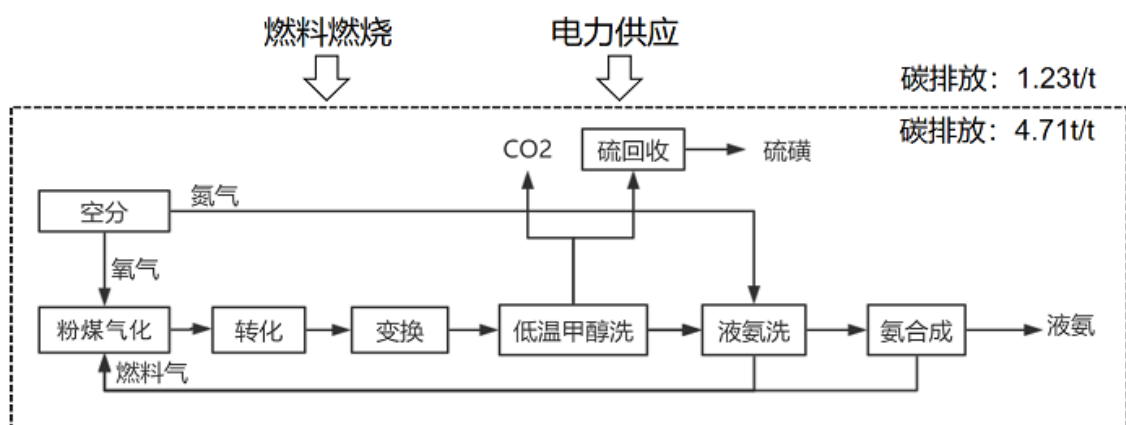


图 3.21 煤制合成氨碳排放主要来源工艺排碳

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，化工行业的碳减排是否还有压缩空间？

7.11.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请上互联网查阅有关化工行业和建筑行业碳减排的有关信息，为听课做好准备。

7.11.8 教学单元的参考资料

参阅应苗苗编著的《低碳技术概论》（中国电力出版社 2020）一书第三章，了解化工行业减排的有关知识。

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

本单元学习交通部门的碳减排技术，和农业的碳减排技术，通过本单元的学习，要求掌握上述基本知识。

7.12.3 教学内容

本单元的教学内容为第 4 章“减碳技术”的第 7、8 节，具体内容包括：

4.7 交通部门减碳技术

4.8 农业减碳技术

本单元的重点和难点分别是：

【重点】交通部门减碳技术。

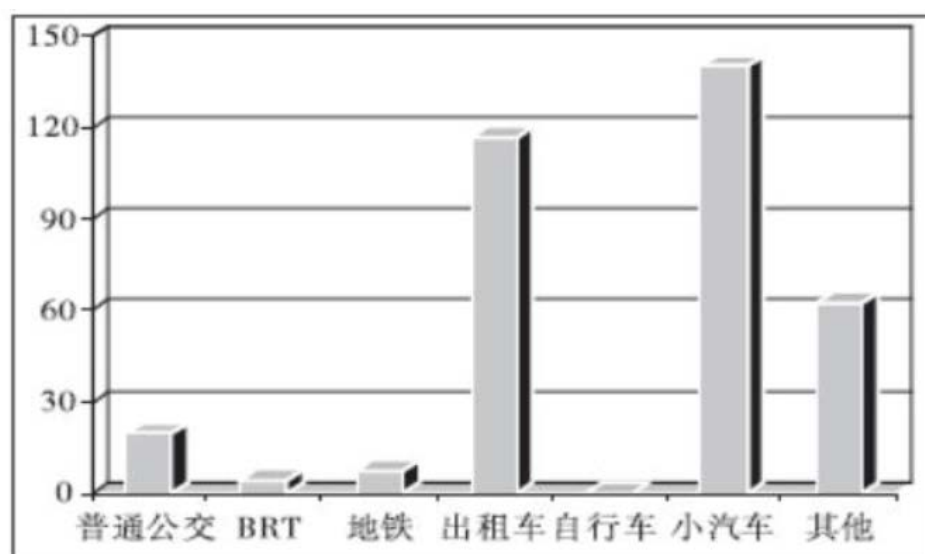
【难点】农业减碳技术。

7.12.4 教学过程

本章首先从街道上日益增多的新能源汽车说起，然后介绍交通部门的碳减排技术，然后介绍农业碳减排技术。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1 各种交通方式的二氧化碳排放量
(克/人·千米)**

图 3.23 各种交通方式的碳排放对比



图 3.24 低碳的航运方式



图 3.25 高速公路



图 3.26 纯电动汽车

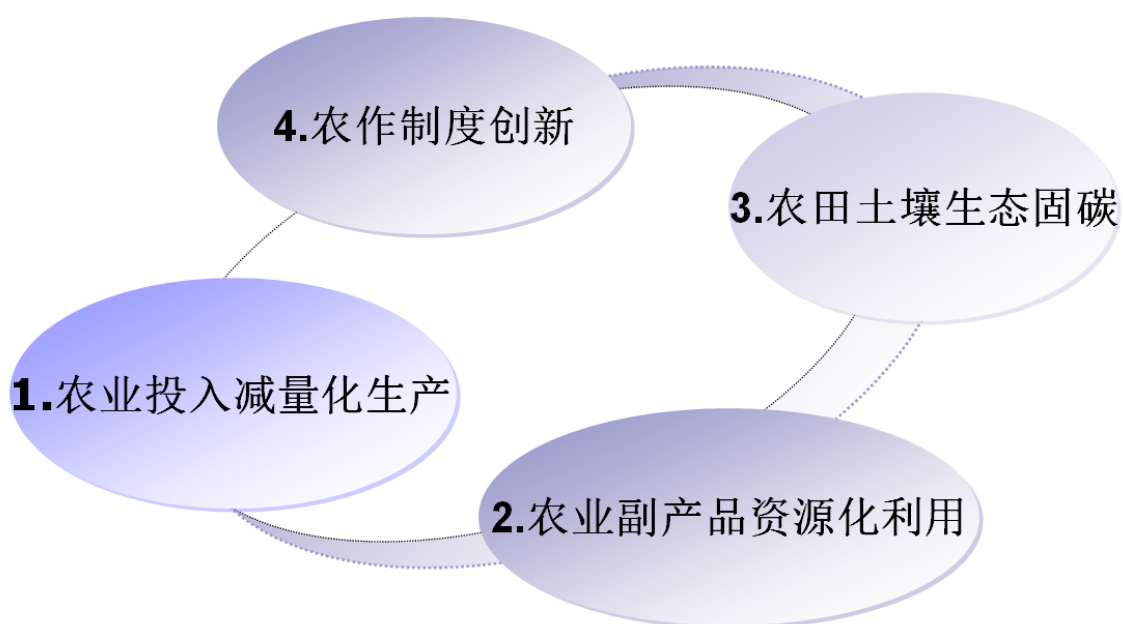


图 3.27 低碳农业

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，新能源汽车是否可以全部解决交通部门碳排放的问题？

7.12.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请上互联网查阅有关交通行业碳减排和农业碳减排的有关信息，为听课做好准备。

7.12.8 教学单元的参考资料

参阅应苗苗编著的《低碳技术概论》（中国电力出版社 2020）一书第五章，了解农业减排的有关知识。

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

本单元学习零碳技术的基本知识，并学习太阳能利用的基本知识，通过本单元的学习，要求掌握上述内容。

7.13.3 教学内容

本单元的教学内容为第 4 章“零碳技术”的第 1、2 节，具体内容包括：

4.1 零碳技术概述

4.2 太阳能

本单元的重点和难点分别是：

【重点】零碳技术概述。

【难点】太阳能。

7.13.4 教学过程

本单元首先概述零碳技术的基本概念，并逐一介绍太阳能、风能、水能、生

物质能、海洋能、地热能、核能的简要情况，然后详细介绍太阳能的基本知识。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。

7.13.5 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、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，这些图表主要包括，图：

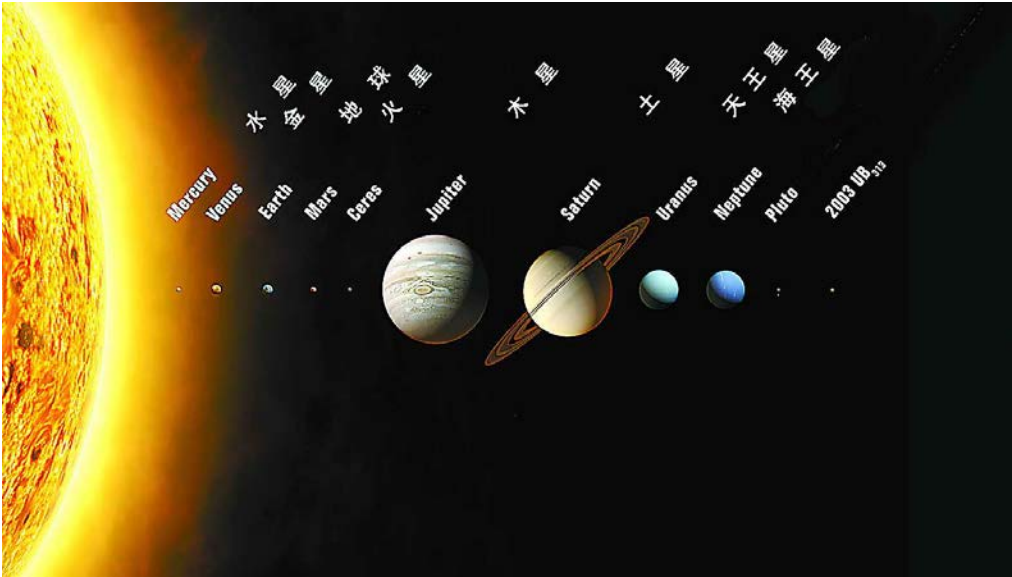


图 4.1 地球接收的太阳能



图 4.2 太阳能的热利用

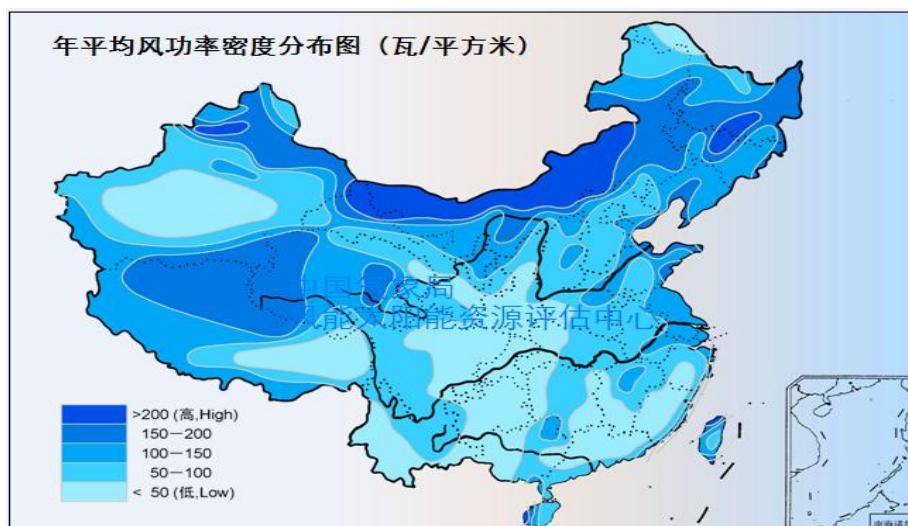


图 4.3 中国风力资源分布

理想化的地热系统

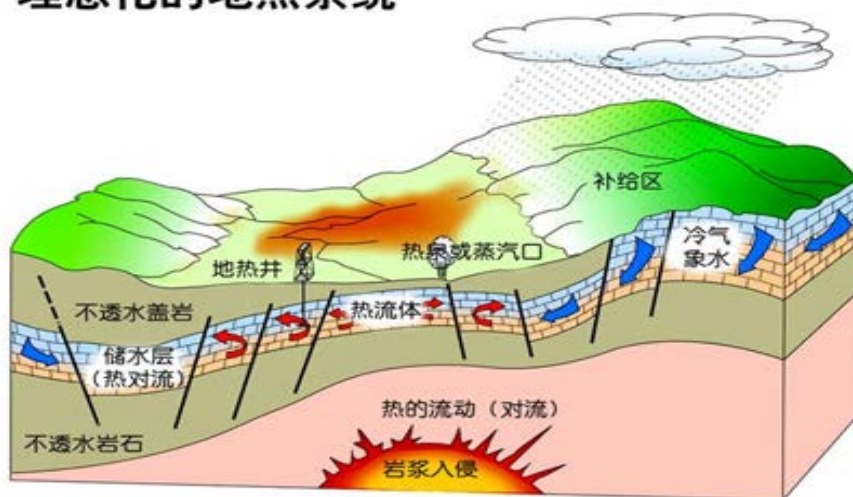


图 4.4 地热能

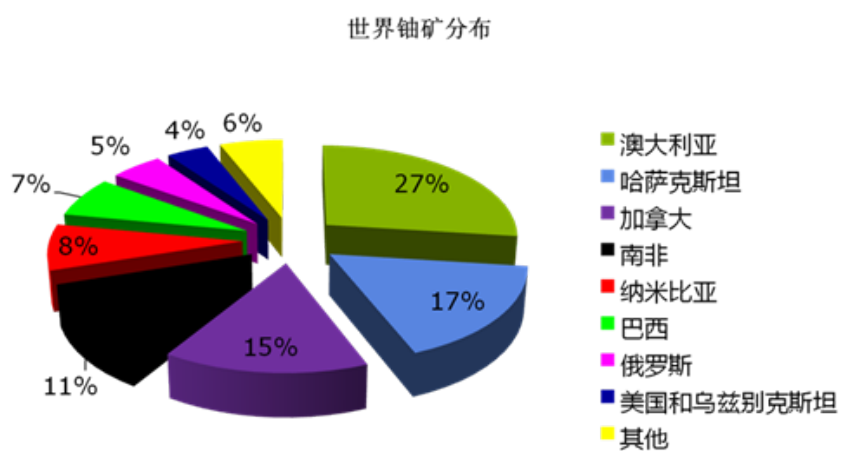


图 4.5 世界铀矿资源分布

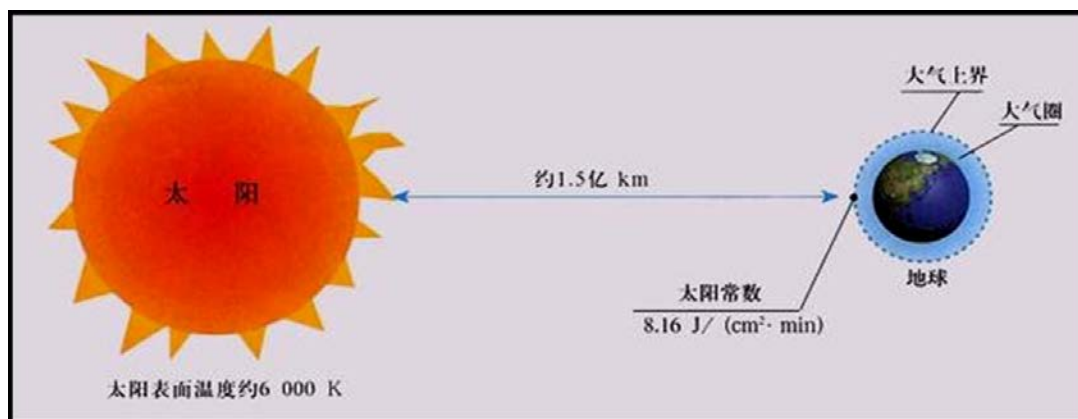


图 4.6 太阳常数

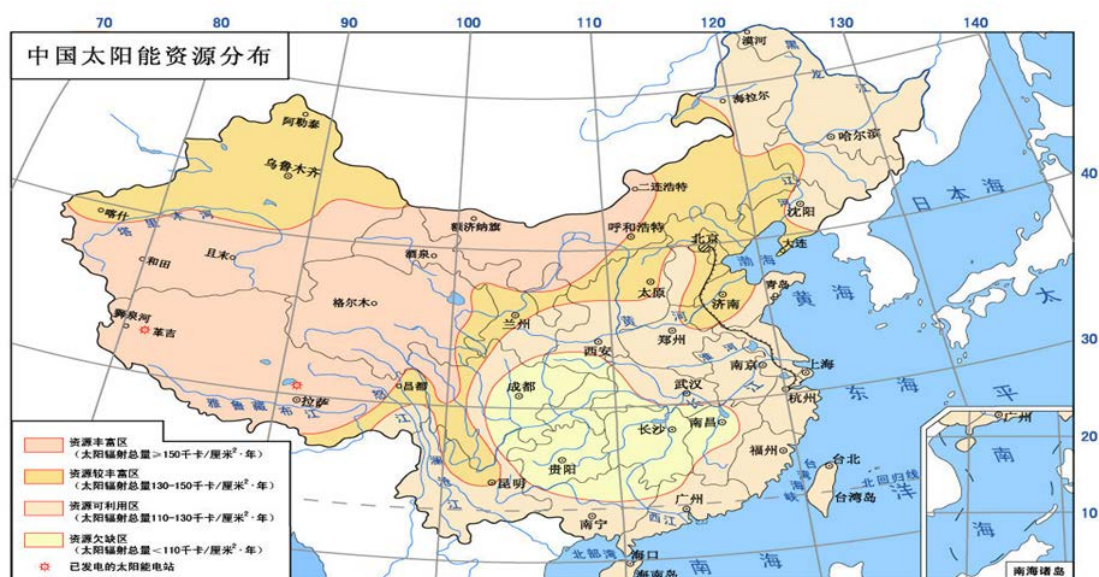


图 4.7 中国太阳能资源分布

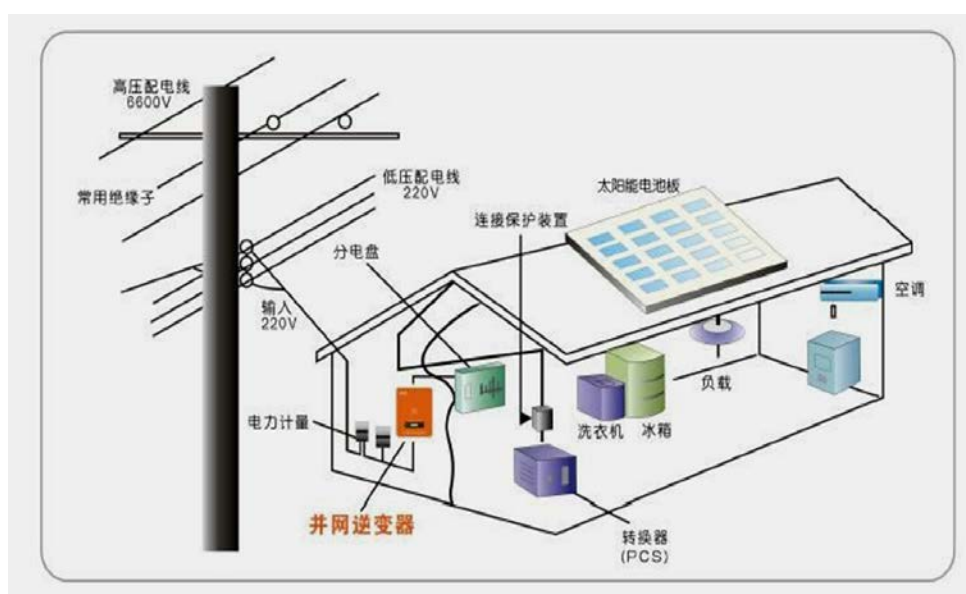


图 4.8 光伏发电

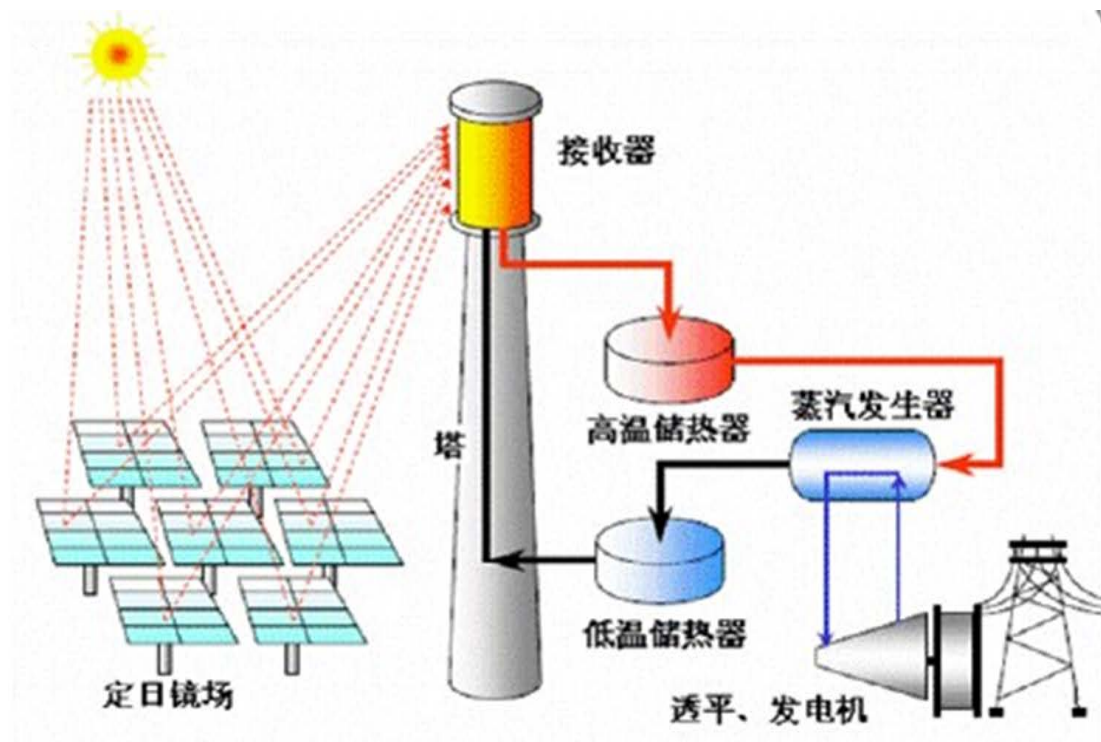


图 4.9 塔式太阳能热发电技术



图 4.10 槽式太阳能热发电

表：

表 4.1 地热能的利用

温度 (°C)	用途
200~400	发电和综合利用
150~200	发电、工业加热、工业干燥和制冷
100~150	采暖、工业干燥、脱水加工、回收盐类和双循环发电
50~100	温室、采暖、家用热水、工业干燥和制冷
20~50	洗浴、养殖、种植和医疗

表 4.2 中国的太阳能资源分布

类别	全年日照时数/h	年总辐射量/(KJ/cm ²)	主要地区
1	3200~3300	670~837	青藏高原、甘肃北部、宁夏北部、新疆东部
2	3000~3200	586~670	河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部和新疆南部
3	2200~3000	502~586	山东、河南、河北东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西北部、甘肃东南部、广东南部、福建南部、江苏北部、安徽北部等
4	1400~2200	419~502	长江中下游、福建、浙江、和广东的部分地区
5	1000~1400	335~419	四川、贵州

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，请同学们务必认真完成，按时交作业。

课后请反思，为什么至今太阳能不能充当主要能源使用？

7.13.7 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太阳能的知识，为听课做好准备。

7.13.8 教学单元的参考资料

另外请参阅中南大学出版社 2008 年周乃君所著《能源与环境》一书第三章，了解太阳能的基本知识。

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

本单元学习风力发电，和锂电池、氢燃料电池两种储能技术，通过本单元的学习，要求掌握上述内容。

7.14.3 教学内容

本单元的教学内容为第 4 章“零碳技术”的第 3、4 节，具体内容包括：

4.3 风力发电

4.4 储能技术

本单元的重点和难点分别是：

【重点】风力发电。

【难点】储能技术。

7.14.4 教学过程

本单元讲述风力发电，和锂电池与氢燃料电池。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、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，这些图表主要包括，图：

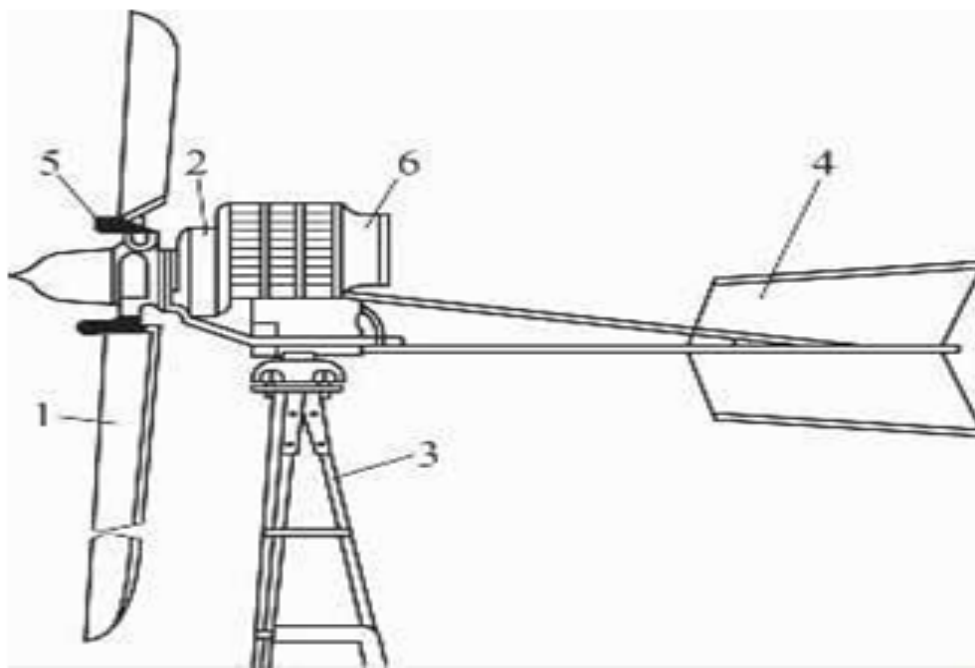


图 4.11 风力发电机的结构



图 4.12 海上风力发电

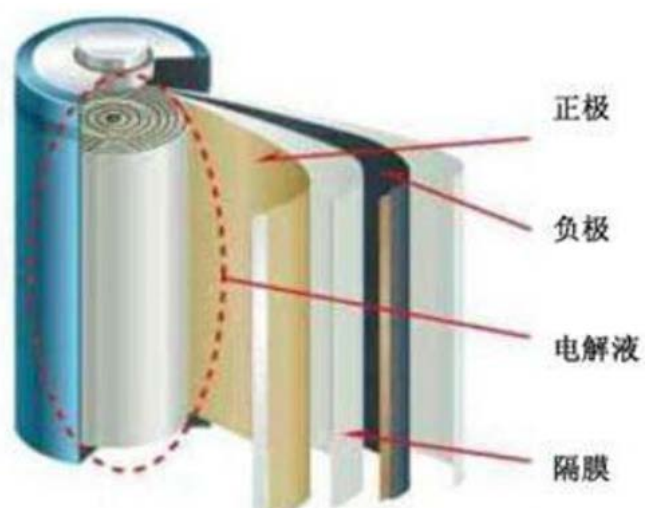


图 4.13 锂电池结构

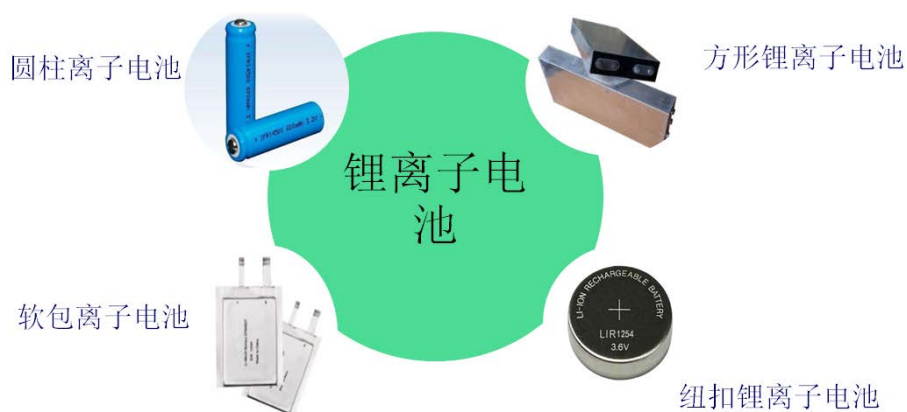


图 4.14 常见锂离子电池

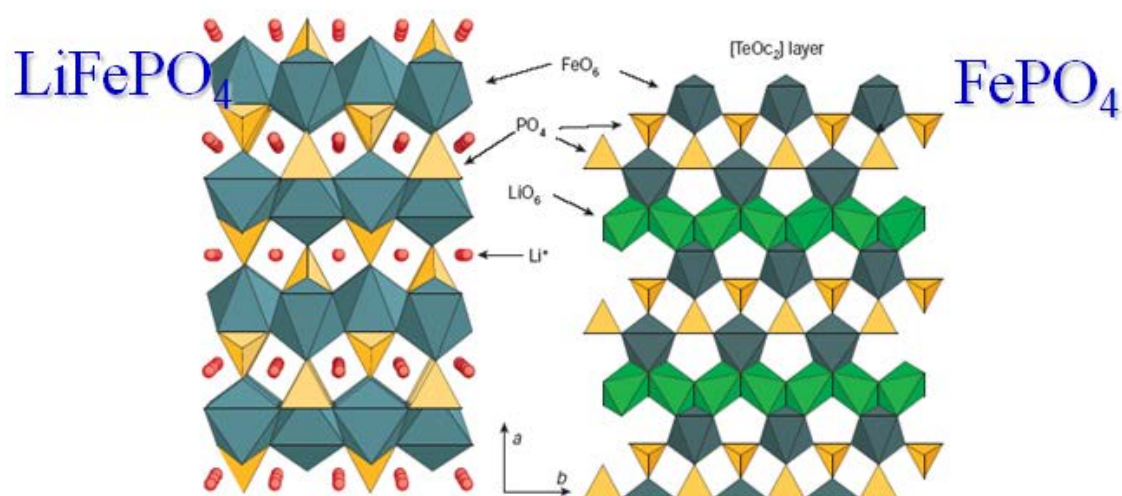


图 4.14 磷酸铁锂的结构

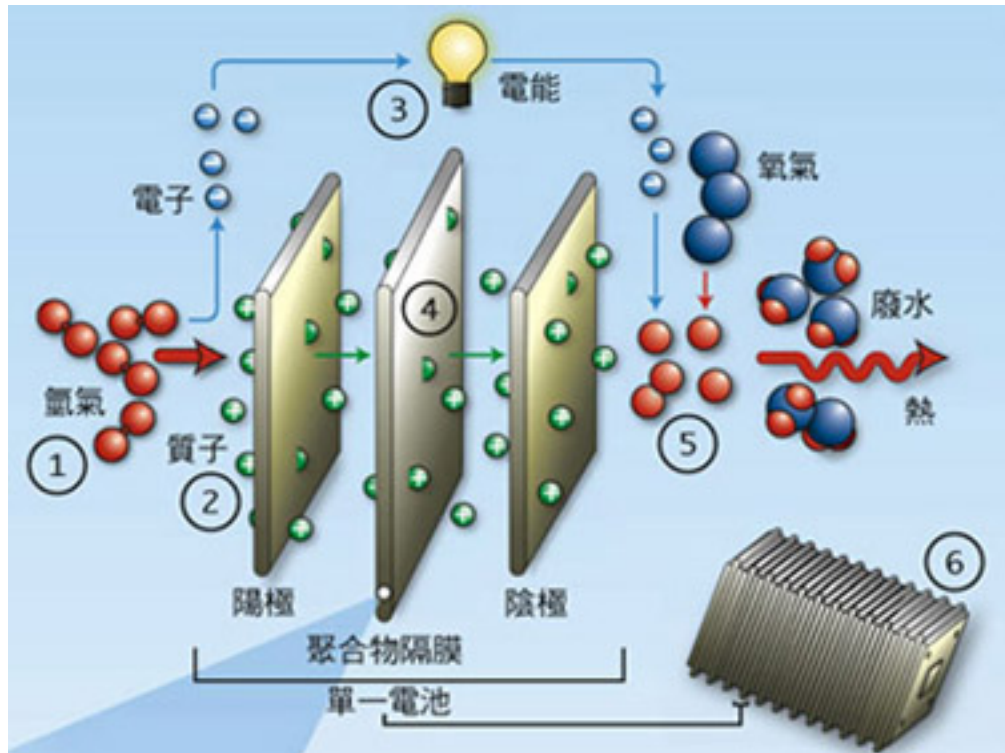


图 4.15 质子交换膜燃料电池（PEMFC）的原理



图 4.16 氢燃料电池

表：

表 4.3 不同能源的能量密度表

能源类别	风能 (3m/s)	水能 (流速3m/s)	波浪能 (波高2m)	潮汐能 (潮差10m)	太阳能	
能量密度 (kw/m ²)	0.02	20	30	100	晴天 平均	昼夜 平均
					1.0	0.16

表 4.4 常见正极材料及其性能比较

	磷酸铁锂	锰酸锂		钴酸锂	镍酸锂	镍钴锰三元材料
材料主成分	LiFePO ₄	LiMn ₂ O ₄	LiMnO ₂	LiCoO ₂	LiNiO ₂	LiNiCoMnO ₂
理论能量密度 (mAh/g)	170	148	286	274	274	278
实际能量密度 (mAh/g)	130-140	100-120	200	135-140	190-210	155-165
电压 (V)	3.2-3.7	3.8-3.9	3.4-4.3	3.6	2.5-4.1	3.0-4.5
循环性 (次)	>2000	>500	差	>300	差	>800
过渡金属	非常丰富	丰富	丰富	贫乏	丰富	贫乏
环保性	无毒	无毒	无毒	钴有放射性	镍有毒	钴、镍有毒
安全性能	好	良好	良好	差	差	尚好
适用温度(℃)	-20~75	> 50快速衰减	高温不稳定	-20 ~55	N/A	-20 ~55

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，氢燃料电池为什么目前难以推广普及的出现？

7.14.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请上互联网查阅风力发电，和锂电池、氢燃料电池的有关知识，做好听课的准备。

7.14.8 教学单元的参考资料

请参阅机械工业出版社 2007 年左然等编著的《可再生能源概论》一书的第 6 章，了解风能的基本知识。

7.15（第 15 单元）

7.15.1 教学日期

第 15 次上课，共 2 节课。

7.15.2 教学目标

本单元学习碳捕获、碳运输、碳封存、碳利用的基本知识，通过本单元的学习，要求掌握上述内容。

7.15.3 教学内容

本单元的教学内容为第 5 章“负碳技术”，具体内容包括：

5.1 碳捕获与碳封存概述

5.2 燃后碳捕获

5.3 燃前碳捕获

5.4 富氧燃烧技术

5.5 化学链燃烧技术

5.6 碳运输

5.7 碳封存

5.8 碳利用

本单元的重点和难点分别是：

【重点】燃前碳捕获。

【难点】燃后碳捕获

7.15.4 教学过程

本单元首先回顾三种减碳技术的分类，然后介绍负碳技术的基本概念，然后逐步展开介绍碳捕获、碳运输。碳封存、碳利用技术。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、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，这些图表主要包括，图：

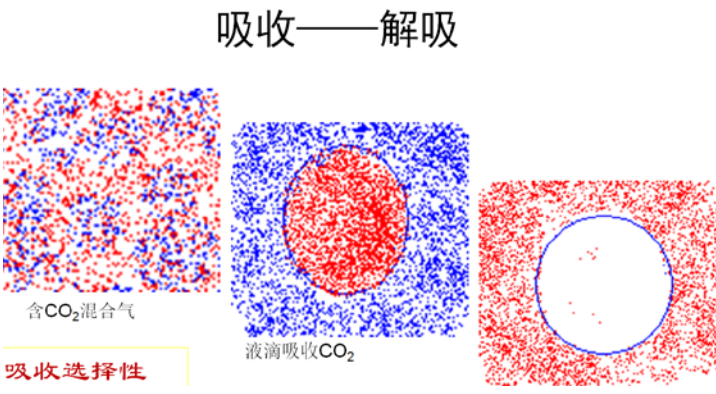


图 5.1 吸收法分离二氧化碳原理

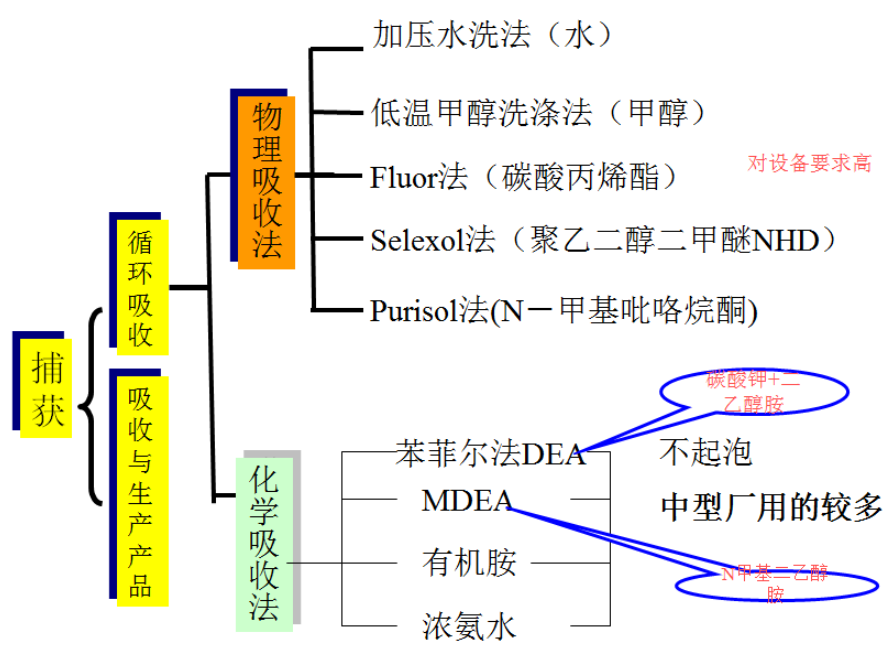


图 5.2 吸收法分类

吸附——解吸

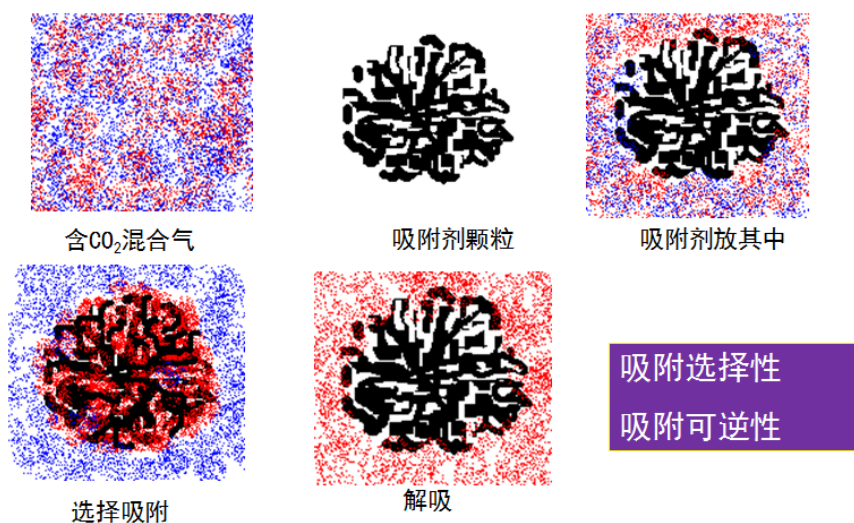


图 5.3 吸附法分离二氧化碳原理



图 5.4 变压吸附装置

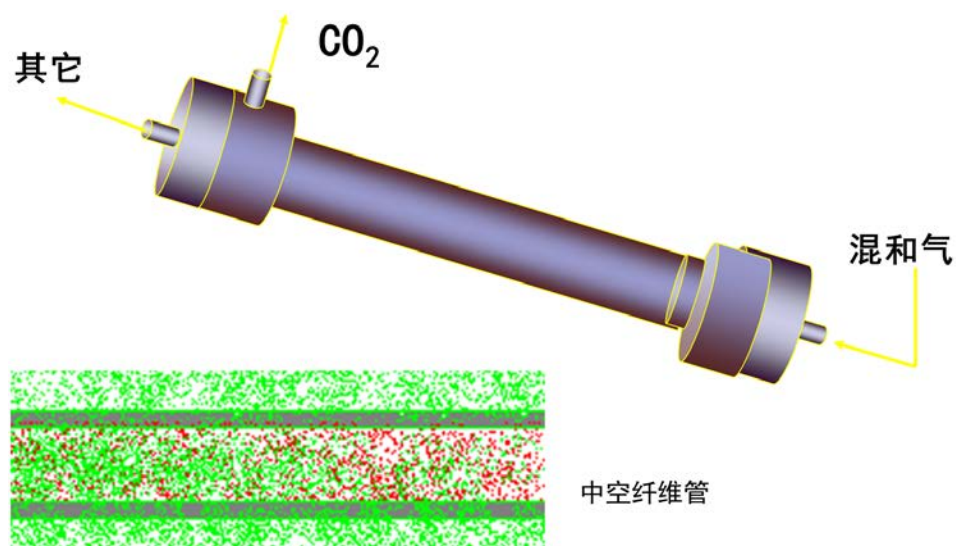


图 5.5 膜分离法原理

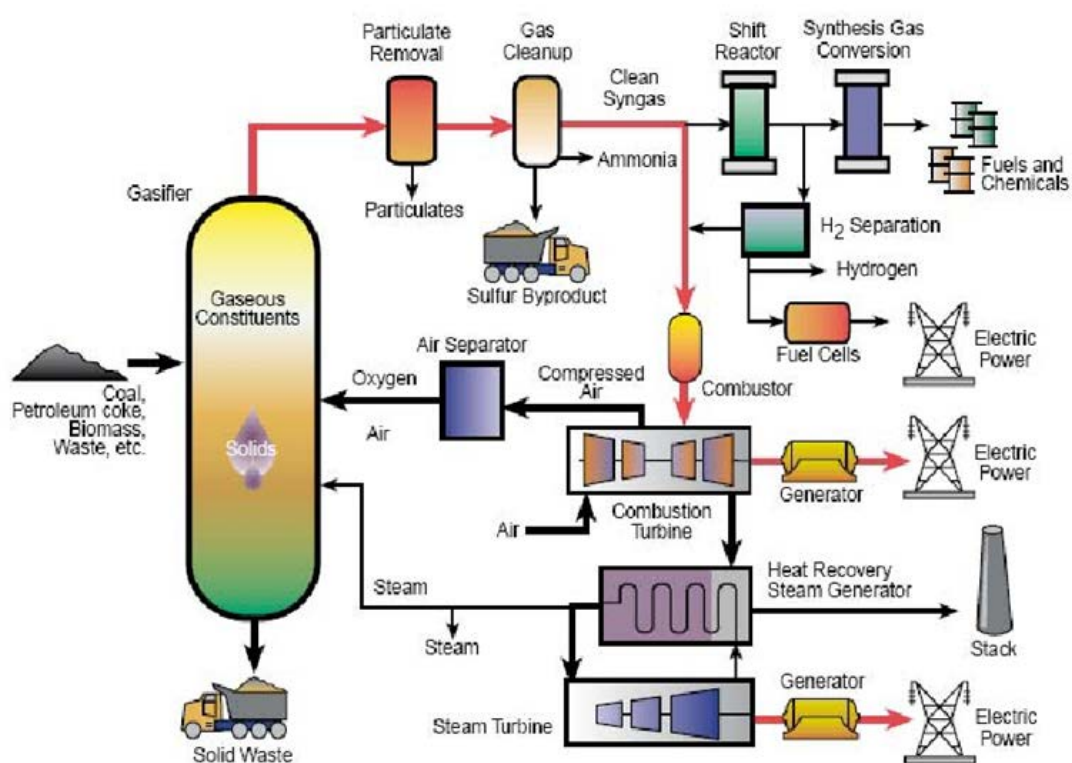
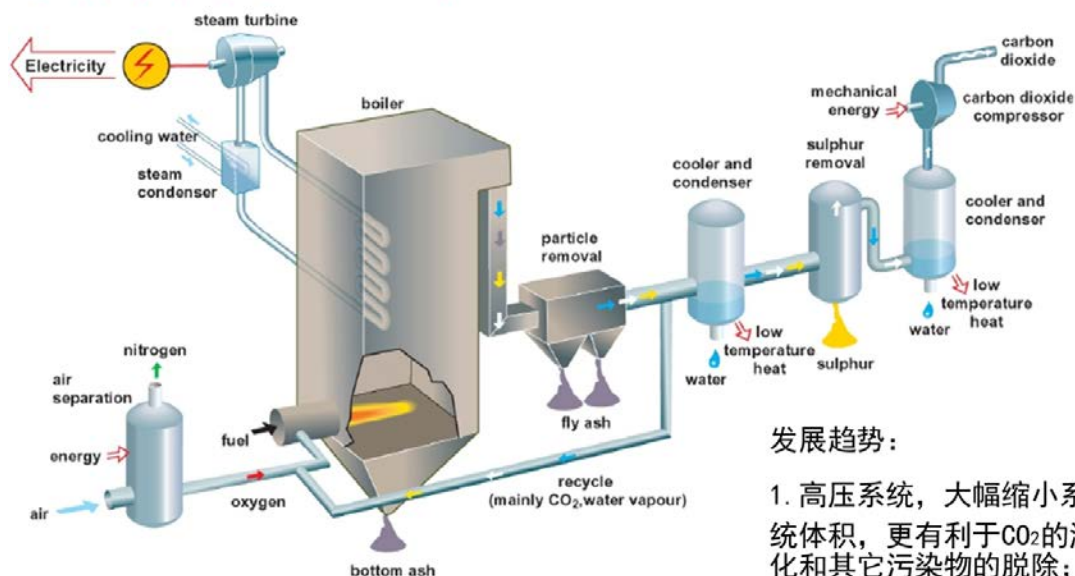


图 5.6 燃前碳捕获

O₂/CO₂ recycle (oxyfuel) combustion capture



发展趋势:

1. 高压系统，大幅缩小系统体积，更有利于CO₂的液化和其它污染物的脱除；
2. 所有污染物直接进行地质封存

图 5.7 富氧燃烧技术

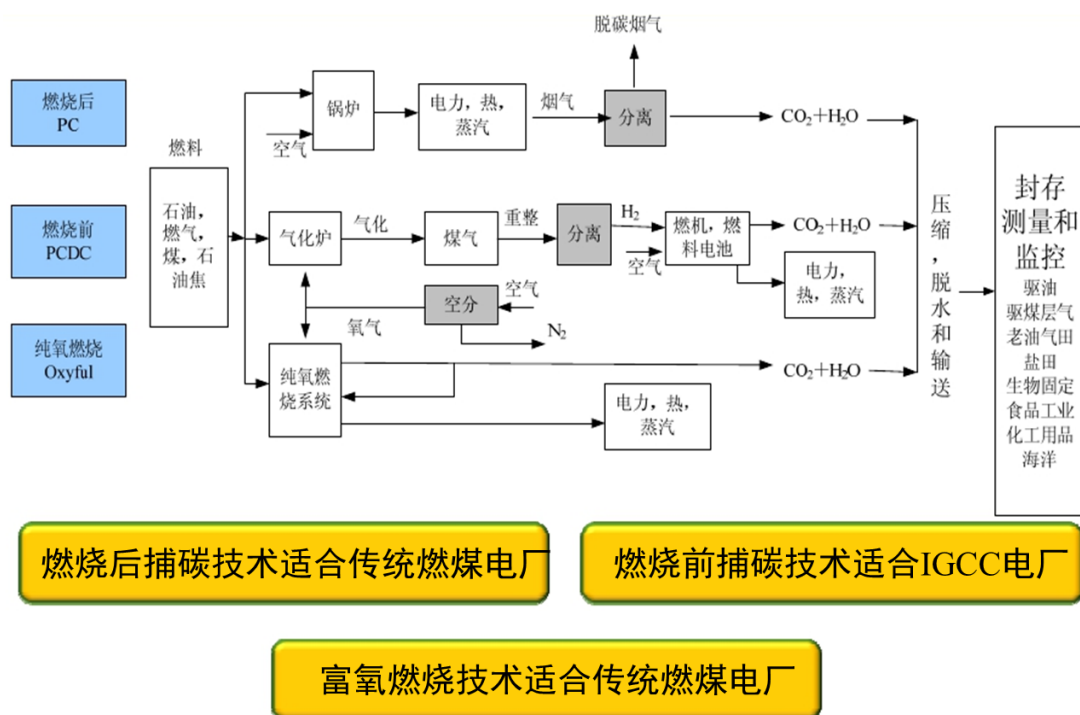


图 5.8 三种碳捕获方案的比较

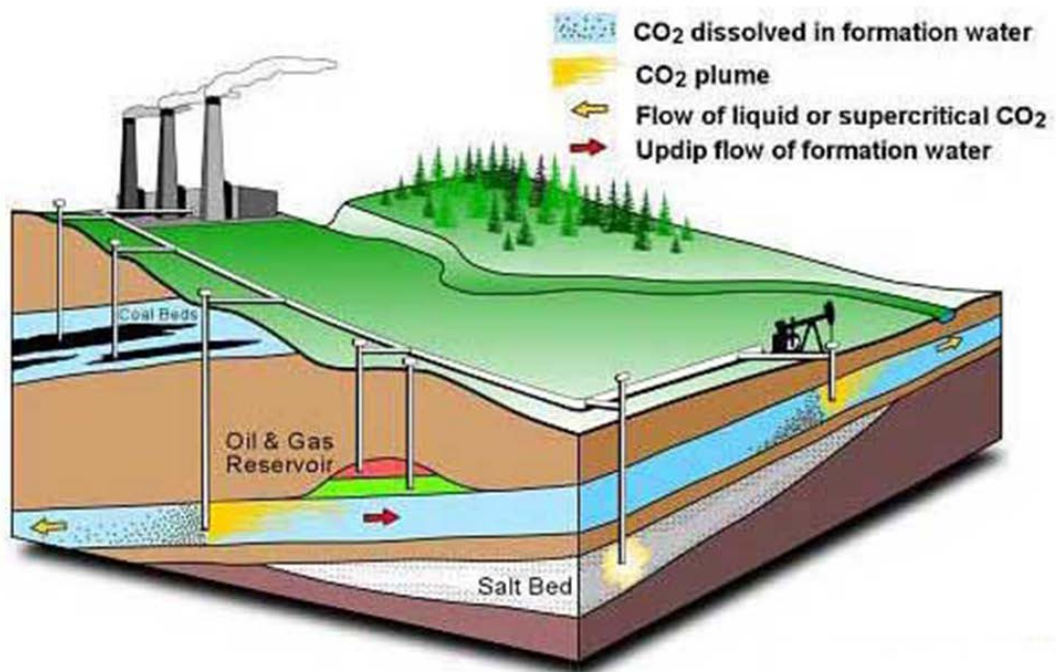


图 5.9 碳运输

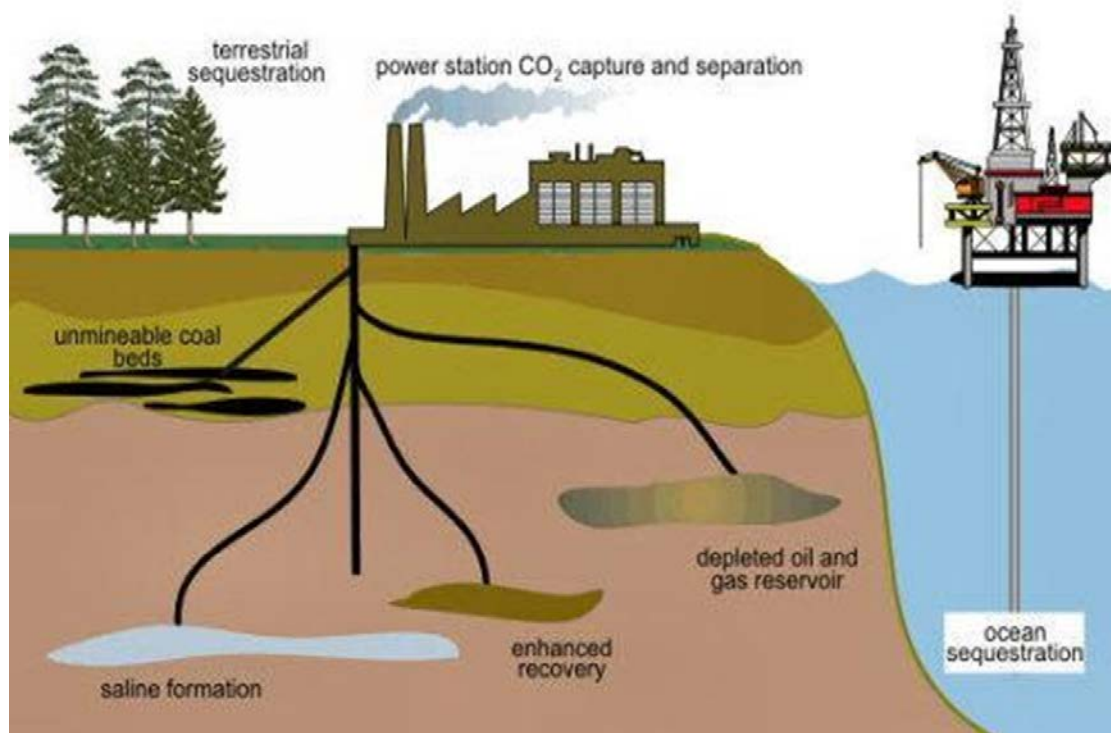


图 5.10 碳封存

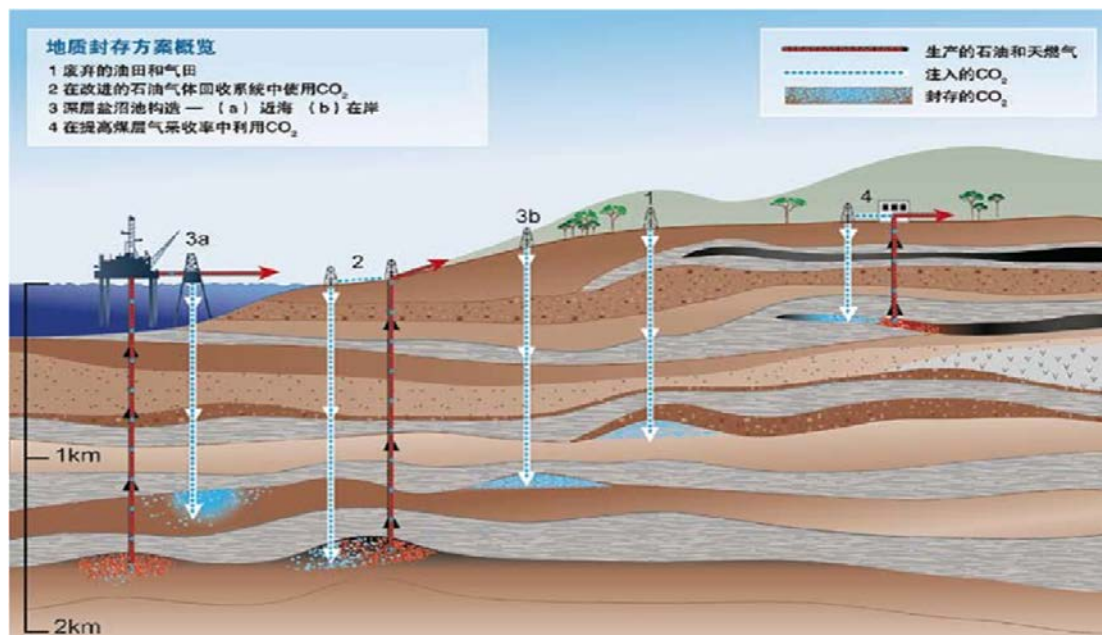


图 5.11 地质封存

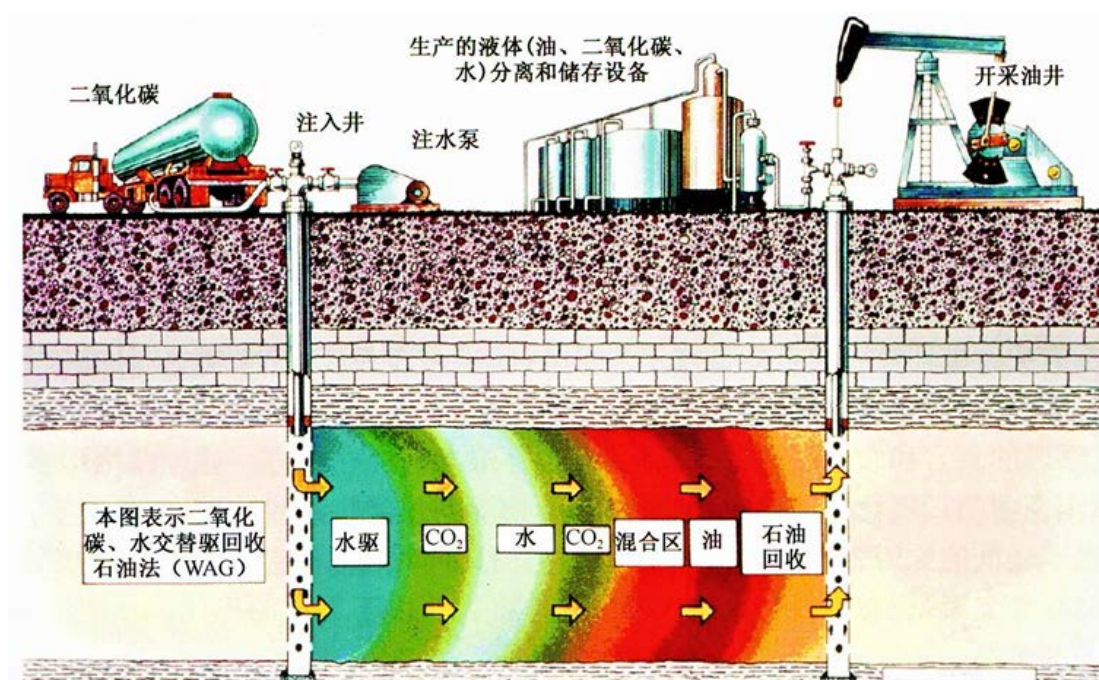


图 5.12 二氧化碳驱油技术

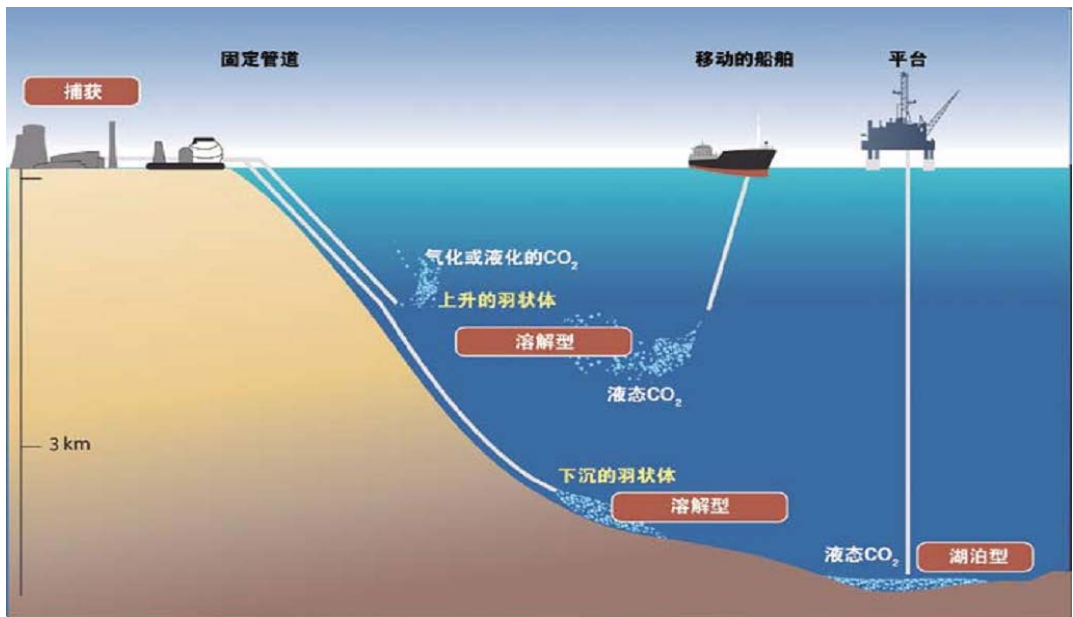


图 5.13 海洋封存技术

表：

表 5.1 不同碳捕获技术的比较

捕集类型	应用领域	优点	缺点
燃烧后捕集	燃煤或燃气发电厂	技术更成熟，很容易对现有电厂进行改造。	低浓度 CO ₂ 会影响捕集效率
燃烧前捕集	煤炭气化厂	高浓度 CO ₂ 会提高吸附效率，技术发展完善，可以在部分工业实现所需规模的商业应用，有改造现有电厂的可能性。	温度相关的传热问题，与使用富氢燃气轮机燃料相关的效率衰减问题；吸附剂再生的高寄生功率；由于市场上运行的煤炭气化厂少而导致的经验不足问题；现有吸附系统的高投资和运行成本。
富氧燃烧	燃煤或燃气发电厂	非常高的 CO ₂ 浓度可以提高吸收效率；空气分离技术成熟可行；减少了需要处理的气体体积，因此需要的捕集和其他设备较小。	效率下降大，能量损失高，低温 O ₂ 生产成本昂贵；可能出现腐蚀问题。
化学链燃烧	煤炭气化厂	CO ₂ 是主要的燃烧产物，未混合 N ₂ ，因而避免了高能耗的空分。	此技术仍处于开发阶段，大规模运行经验不足。

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，为了实现碳中和的目标，我国是否应该立即着手大规模的碳封存工程部署？

7.15.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前请查阅二氧化碳的捕集、封存、利用的有关知识，为上课做好准备。

7.15.8 教学单元的参考资料

请参阅中国电力出版社 2012 年骆仲泐等编著的《二氧化碳捕集、封存和利用技术》一书的第 11 章，了解碳封存技术的基本知识。

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

本单元学习我国碳排放交易权和碳排放权交易市场，通过本单元的学习，要求掌握上述内容。

7.16.3 教学内容

本单元的教学内容为第 6 章“碳排放权交易市场”，具体内容包括：

6.1 碳排放权交易

6.2 碳排放权交易市场

本单元的重点和难点分别是：

【重点】碳排放权交易市场。

【难点】碳排放权交易。

7.16.4 教学过程

本单元碳排放权交易，和碳排放权交易市场，首先用简单例子说明碳排放权交易的基本原理，然后讲解全球主要的碳排放交易市场。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：

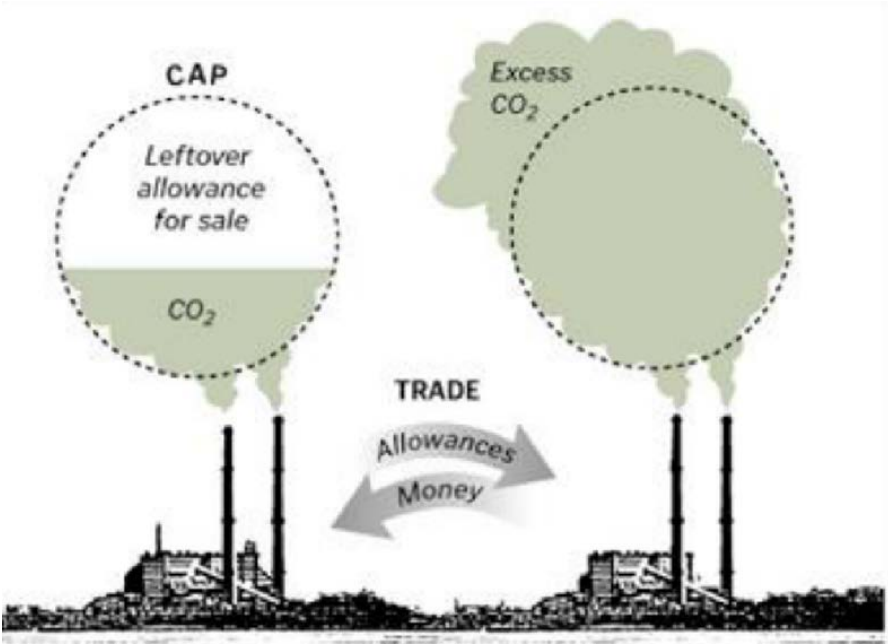


图 6.1 碳排放权交易的基本原理

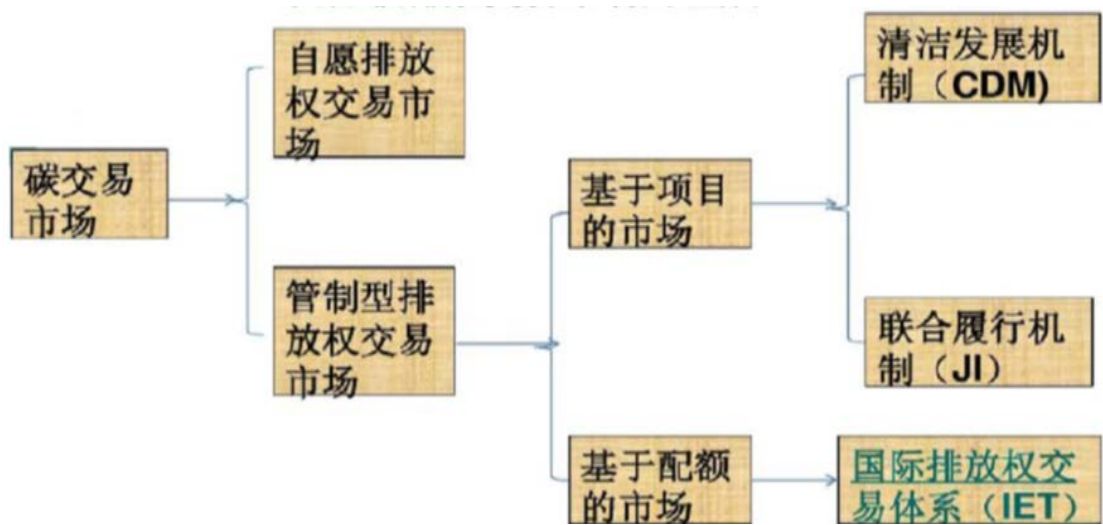


图 6.2 碳交易市场的分类

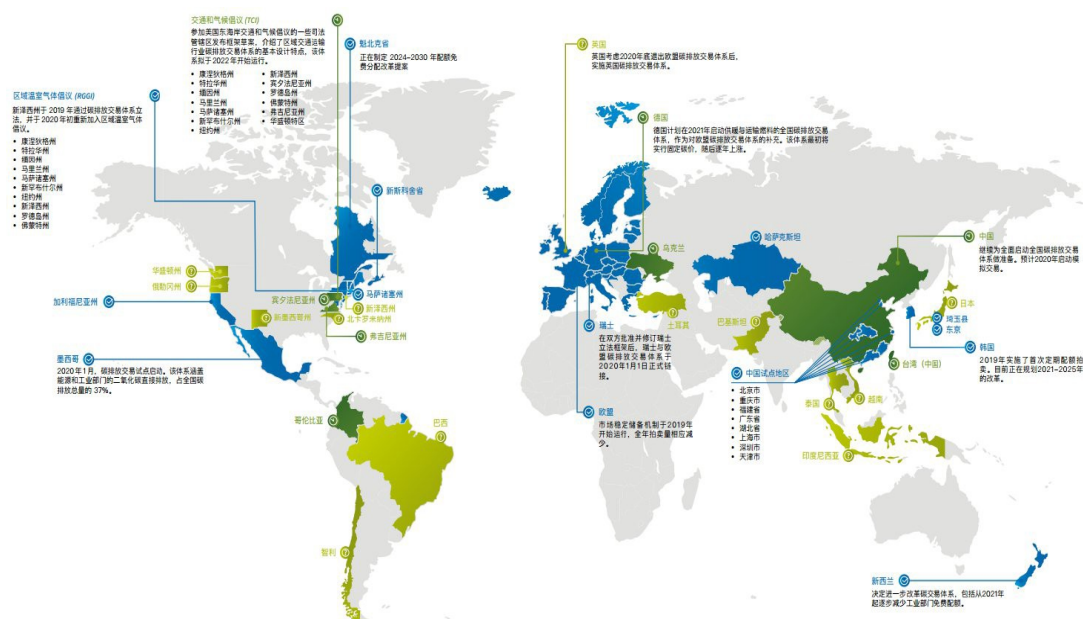


图 6.3 国际碳排放权交易市场

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，碳排放权交易市场和一般金融市场的区别是什么？

7.16.7 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碳排放权交易与碳排放权交易市场的知识，为上课做好准备。

7.16.8 教学单元的参考资料

请参阅中南大学出版社 2019 年刘志强等编著的《碳交易理论、制度和市场》一书的第 3 章，了解碳交易与碳市场的基本知识。

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，同学口头捎假无效。

9.2 成绩的构成与评分规则说明

本课程平时成绩占 40%，期末卷面成绩占 60%。

平时成绩由作业完成情况决定，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，缺勤 3 次以上取消考试资格。

9.3 考试形式及说明

考试的形式为笔试，闭卷考。题型有七种：改错、单项选择、多项选择、填空、名词解释、简答、填图。改错题每小题 3 分，总分 15 分。单项选择题每小题 2 分，总分 20 分。多项选择题每小题 3 分，总分 15 分。填空题每空 1 分，总分 10 分。名词解释每小题 5 分，总分 10 分。简答题每小题 10 分，总分 20 分。填图题每空 2 分，总分 10 分。卷面成绩合计总分 100 分，折合成 60 分算入课程最终总成绩。

题型示例如下：

一、改错题：

考题：1. 我国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2050 年前实现碳中和。

答案：1. 我国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2050 年前实现碳中和。

2060

（本小题 3 分）

二、单项选择题：

考题：1. 目前世界上二氧化碳排放最多的国家（或地区）是：

A. 中国 B. 美国 C. 日本 D. 欧盟

答案：1. 目前世界上二氧化碳排放最多的国家（或地区）是：（A）

A. 中国 B. 美国 C. 日本 D. 欧盟

（本小题 2 分）

三、多项选择题：

考题：1. 大气中主要的温室气体包括：

A. 水蒸气 B. 二氧化碳 C. 臭氧 D. 甲烷 E. 氟利昂

答案：1. 大气中主要的温室气体包括：（A、B、C、D、E）

A. 水蒸气 B. 二氧化碳 C. 臭氧 D. 甲烷 E. 氟利昂

（本小题 3 分）

四、填空题：

考题：1. 目前的全球气温比工业化前的温度升高了 _____ °C。

答案：1. 目前的全球气温比工业化前的温度升高了 1.168 °C。

（本小题 1 分）

五、名词解释：

考题：1. IPCC 组织：

答案：1. IPCC 组织：即政府间气候委员会，组成人员主要是世界各国的顶尖气候专家（1 分）。该组织于 1988 年成立，于 1990 年开始就全球气候问题每 5 年提供一次评估报告，该报告就是联合国世界气候大会的讨论依据，迄今已提供 6 次，均对全球气候问题议程造成重大影响（3 分）。全球变暖、二氧化碳危害、碳中和目标等结论皆出自该机构（1 分）。

（本小题 5 分）

六、简答题：

考题：1. 简述《京都议定书》的历史贡献？

答案：1. 简述《京都议定书》的历史贡献？

（1）让温室气体的排放问题简化为二氧化碳形式的排放问题（2 分）。

（2）让“碳排放权”有了可测算、可折算、可视化的标准（2 分）。

（3）鼓励发达国家通过向发展中国家转移低碳能源技术和碳减排技术，获

得“双赢”(2分)。

(4)确立了国际碳排放交易的三种京都机制,即:①清洁发展机制(CDM);
②排放交易机制(ET);③共同执行机制(JI)(3分)。

(5)三种机制的灵活运用直接导致了碳交易市场的产生。(1分)

(本小题 10 分)

七、填图题:

考题: 1. 下图是碳中和技术的分类简图, 请将 1-5 的正确名称填入。。

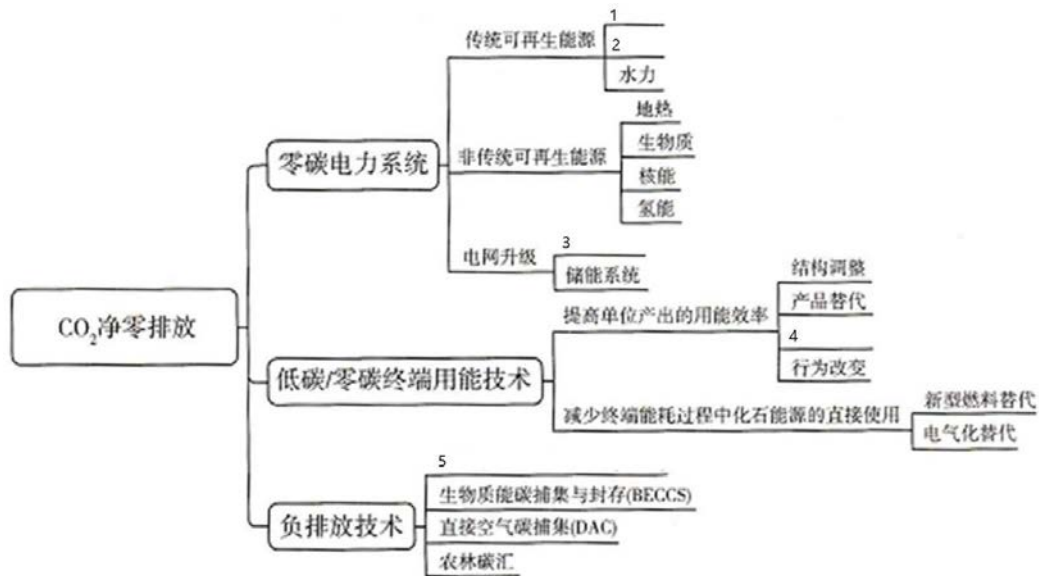


图 1 碳中和技术分类简图

I — _____; 2 — _____; 3 — _____; 4 — _____; 5 — _____

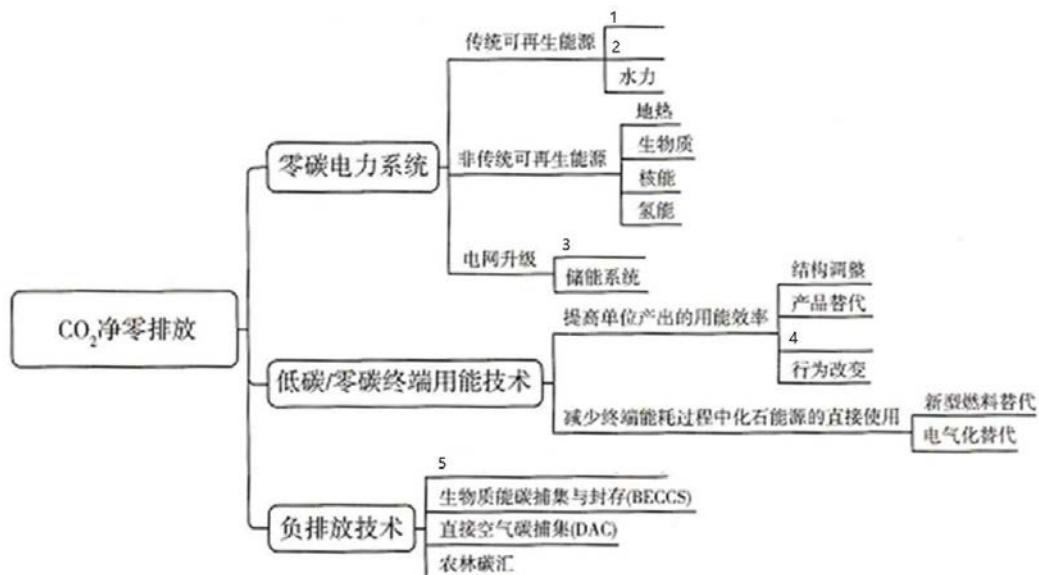


图 1 碳中和技术分类简图

答案:

I — 光伏; 2 — 风能; 3 — 智能电网; 4 — 工艺再造; 5 — 碳捕集、利用与封存

(本小题 10 分)。

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

本课程目前选用的教材为北京大学出版社的通识教材《碳中和概论》（金之钧 等，2023 年 6 月）。其他参考书包括《碳中和逻辑体系与技术需求》（丁仲礼，张涛，科学出版社 2022.9）、《2060 中国碳中和》（金涌，胡山鹰，张强，化学工业出版社，2022.9）、《碳达峰、碳中和 100 问》（陈迎，人民日报出版社 2021）、《低碳技术概论》（应苗苗，中国电力出版社 2020）、《清洁能源概论》（邓祥元，化学工业出版社 2020）等。

12.2 专业学术专著

尹荣楼, 王玮, 尹斌. 全球温室效应及其影响[M] ..北京: 文津出版社, 1993.

陈迎. 碳达峰、碳中和 100 问[M] ..北京: 人民日报出版社, 2021.

邹德文, 李海鹏. 低碳技术[M] .. 北京: 人民出版社, 2016.

倪维斗, 李政. 基于煤气化的多联产能源系统[M] ..北京: 清华大学出版社, 2011.

周乃君. 能源与环境[M] ..长沙: 中南大学出版社, 2008.

左然, 施明恒, 王希麟. 可再生能源概论[M] ..北京: 机械工业出版社, 2007.

驼仲泱. 二氧化碳捕集、封存和利用技术[M] ..北京: 中国电力出版社, 2012.

刘志强. 碳交易理论、制度和市场[M] ..长沙: 中南大学出版社, 2019.

12.3 专业刊物

国内刊物主要是核心期刊《中国新能源》，国际刊物主要是《Energy & Fuels》等。

12.4 网络课程资源

我校的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低碳技术领域的科技文章以及碳中和政策走向报道。太阳能、风力发电、锂电池、氢燃料电池、节能减排技术，都是我们关注的重点。

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。