



# 四川轻化工大学课程实施大纲

课程名称：生物质能工程

授课班级：能化 2017 级 1、2 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

2020 年 9 月

# 《生物质能工程》课程实施大纲

## 基本信息

课程代码：03973004

课程名称：生物质能工程

学 分：1.5

总 学 时：24

学 期：第 7 学期

上课时间：第 6~12 周，周三第 1、2 节、周五第 7、8 节

上课地点：N4S-407 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 2017 级 1、2 班选修课

任课教师：李刚

学 院：化学工程学院

邮 箱：[956414953@qq.com](mailto: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.....	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.....	11
6.3 学时安排.....	12
7.课程教学实施.....	12
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.....	16
7.1.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	16
7.1.8 教学单元的参考资料.....	16
7.2（第2单元）.....	16
7.2.1 教学日期.....	16
7.2.2 教学目标.....	16
7.2.3 教学内容.....	16
7.2.4 教学过程.....	17
7.2.5 教学方法.....	18
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.....	20
7.2.8 教学单元的参考资料.....	20
7.3（第3单元）.....	20

7.3.1 教学日期.....	20
7.3.2 教学目标.....	20
7.3.3 教学内容.....	20
7.3.4 教学过程.....	21
7.3.5 教学方法.....	21
7.3.6 作业安排及课后反思.....	23
7.3.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	23
7.3.8 教学单元的参考资料.....	23
7.4 (第4单元) .....	23
7.4.1 教学日期.....	23
7.4.2 教学目标.....	23
7.4.3 教学内容.....	24
7.4.4 教学过程.....	25
7.4.5 教学方法.....	25
7.4.6 作业安排及课后反思.....	27
7.4.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	27
7.4.8 教学单元的参考资料.....	27
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.....	28
7.5.5 教学方法.....	28
7.5.6 作业安排及课后反思.....	30
7.5.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	30
7.5.8 教学单元的参考资料.....	30
7.6 (第6单元) .....	30
7.6.1 教学日期.....	30
7.6.2 教学目标.....	30
7.6.3 教学内容.....	30
7.6.4 教学过程.....	31
7.6.5 教学方法.....	31
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.....	33
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	35
7.8.3 教学内容	35
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	37
7.8.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	37
7.8.8 教学单元的参考资料	37
7.9 (第 9 单元)	37
7.9.1 教学日期	37
7.9.2 教学目标	38
7.9.3 教学内容	38
7.9.4 教学过程	38
7.9.5 教学方法	38
7.9.6 作业安排及课后反思	39
7.9.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	39
7.9.8 教学单元的参考资料	39
7.10 (第 10 单元)	39
7.10.1 教学日期	39
7.10.2 教学目标	39
7.10.3 教学内容	39
7.10.4 教学过程	40
7.10.5 教学方法	40
7.10.6 作业安排及课后反思	41
7.10.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	41
7.10.8 教学单元的参考资料	41
7.11 (第 11 单元)	42
7.11.1 教学日期	42
7.11.2 教学目标	42
7.11.3 教学内容	42
7.11.4 教学过程	42
7.11.5 教学方法	42
7.11.6 作业安排及课后反思	43
7.11.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	43
7.11.8 教学单元的参考资料	43
7.12 (第 12 单元)	44
7.12.1 教学日期	44
7.12.2 教学目标	44
7.12.3 教学内容	44
7.12.4 教学过程	44
7.12.5 教学方法	45
7.12.6 作业安排及课后反思	46
7.12.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	46

7.12.8 教学单元的参考资料.....	46
8. 学生课程学习要求.....	46
8.1 学生自学的要求.....	46
8.2 课外阅读的要求.....	47
8.3 课堂讨论的要求.....	47
8.4 课程实践的要求.....	47
9. 课程考核方式及评分规程.....	47
9.1 出勤（迟到、早退等）、作业、报告等的要求.....	47
9.2 成绩的构成与评分规则说明.....	48
9.3 考试形式及说明.....	48
10. 学术诚信规定.....	49
10.1 考试违规与作弊.....	49
10.2 杜撰数据、信息等.....	49
10.3 学术剽窃等.....	49
11. 课堂规范.....	49
11.1 课堂纪律.....	49
11.2 课堂礼仪.....	50
12. 课程资源.....	51
12.1 教材与参考书.....	51
12.2 专业学术专著.....	51
12.3 专业刊物.....	52
12.4 网络课程资源.....	52
12.5 课外阅读资源.....	52
13. 学术合作备忘录.....	52
13.1 教师作出师德师风承诺.....	52
13.2 阅读课程实施大纲，理解其内容.....	53
13.3 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望.....	53
14. 其他必要说明.....	54

# 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，使学生在知识学习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，他们在学习中有着不同的经验与体会，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选修课程，1.5 学分，24 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

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。我校的能源化工目前的专业定位是：“根据国家战略性新兴产业的相关需求，本专业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，能够在新能源的高效洁净、转化利用，新型材料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。”

《生物质能工程》是能源化学工程专业的一门选修课程，主要讲授生物质能转换技术的原理、工艺、设备及其应用。具体内容包括：生物质能转换技术定义及类型、生物质压缩成型技术、生物质的直接燃烧技术、生物质热裂解机理及工艺、生物质气化技术、生物质快速热裂解液化技术、燃料乙醇技术、生物柴油技术、沼气技术、生物质制氢技术等内容。通过本课程的学习，使学生具备生物质能转化利用的基本知识，具备解决涉及生物质能利用实际工程问题的基本能力。

本课程的核心知识包括 3 个方面：1、生物质能的转化原理； 2、生物质能

工程的主要工艺；3、生物质能工程的主要设备。

## 2.3 课程的前沿及发展趋势

随着化石能源的日益枯竭，伴随着新能源研究的兴起，许多国家都制定了生物质能的开发研究计划，如日本的阳光计划、印度的绿色能源工程、美国的能源农场和巴西的酒精能源计划等。目前，国外的生物质能技术和装置多已达到商业化应用程度，实现了规模化产业经营，以美国、瑞典和奥地利三国为例，生物质转化为高品位能源利用已具有相当可观的规模，分别占该国一次能源消耗量的4%、16%和10%。在美国，生物质能发电的总装机容量已超过10000兆瓦，单机容量达10~25兆瓦；美国纽约的斯塔藤垃圾处理站投资2000万美元，采用湿法处理垃圾，回收沼气，用于发电，同时生产肥料。巴西是乙醇燃料开发应用最有特色的国家，实施了世界上规模最大的乙醇开发计划，目前乙醇燃料已占该国汽车燃料消费量的50%以上。美国开发出利用纤维素废料生产酒精的技术，建立了1兆瓦的稻壳发电示范工程，年产酒精2500吨。

开发生物质能已经成为世界各国的共识。开发生物质能源将涉及农村发展、能源开发、环境保护、资源保护、国家安全和生态平衡等诸多利益，具有重要的战略意义和现实意义。目前我国生物能源与生物化工产业处于起步阶段。我国生物物质的发展既要学习国外先进经验，又要强调自己的特色，因地制宜，积极开展多种生物质能利用技术。从资源潜力、生产成本以及可能发挥的作用分析，包括生物燃油产业化在内的生物质能产业化开发技术将成为中国能源可持续发展的新动力。

从环保、能源安全和资源潜力综合考虑，在中国推进包括以沼气、秸秆、林产业剩余物、海洋生物、工业废弃物为原料的生物质能产业化的前景将十分广阔。2006年1月1日，《可再生能源法》在我国正式实施。2007年12月，《能源法》征求意见稿对外发布，其中直接把支持生物质能源等新能源的发展写进了法案中，这也预示着国家将会在政策、补贴、研究等方面对生物质能源的开发和利用优先支持。在国家政策的扶持下，中国生物质能源产业的布局将会得到改善、产业链将逐步完善。

## 2.4 学习本课程的必要性

《生物质能》课程以讲授生物质能知识为主，但它不仅仅是《煤化学》和《煤化工工艺学》课程的扩展和延伸，对于《新能源与可再生能源利用》、《炭材料工程基础》等涉及含碳能源转化利用的课程都有参考意义。

生物质能是地球上最普遍的一种洁净而又可再生的能源，其原料资源量大而广，可开发潜力巨大。目前，全球生态系统生物质能年产量约为全球总能耗量的6~10倍。据统计，全球生物质资源潜力达100亿t干生物质，仅森林、草原、耕地的生物质产量就有50亿t干生物质，相当于20亿t标准煤。我国的生物质能资源总量估计可达6.5亿t标煤以上。用现代技术开发利用包括生物质能在内的可再生能源资源，对于建立持续发展的能源系统，促进社会经济的发展 and 生态环境的改善具有重大意义。

为了促进我国多元化的能源战略，很有必要认真学好《生物质能工程》这门课程。

## 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。2009年博士毕业后来四川理工学院（2018年更名为四川轻化工大学）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

碳纤维。

## 4. 先修课程

本课程的先修课程为《煤化学》和《煤化工工艺学》。

## 5. 课程目标

- 1、掌握生物质能转化利用的基本知识，具有针对不同的实际情况，选用正确的生物质能技术，并且初步设计出实施方案的能力。
- 2、具有运用生物质能基本知识解决一般复杂程度的生物质能工程问题的能力；
- 3、具有与生物质能有关的分析、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

本课程的内容包括生物质能转换技术定义及类型、生物质压缩成型技术、生物质的直接燃烧技术、生物质热裂解机理及工艺、生物质气化技术、生物质快速热裂解液化技术、燃料乙醇技术、生物柴油技术、沼气技术、生物质制氢技术等内容。本课程内容的核心和重点包括：1、生物质能的转化原理； 2、生物质能工程的主要工艺； 3、生物质能工程的主要设备。

通过本课程的学习，要求掌握上述基本知识与技能。

### 5.2 过程与方法方面

生物质能的利用是一门古老技术，同时也是一门新兴科学。由于生物质的组成和结构的复杂与非均一性，目前生物质能的研究水平还不够高，对生物质的组成、结构、分类和某些转化过程机理等理论问题尚无定论，生物质能的利用还处在发展中的积累资料阶段。概念多，但数学推导与定律较少，许多内容是叙述与评述性的定性描述，目前尚难进行定量测定。可见，在生物质能工程中仍有许多

尚待研究与解决的问题，这对生物质能工程工作者来说是一种压力，同时也是挑战与机遇。

生物质能工程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，既要重视理论，又要重视有关生物质能的实验与实践，理论联系实际努力提高自己的分析与解决问题的能力，刻苦钻研、勇于创新，促进生物质能技术的发展与完善。

### 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. 生物质能的定义、分类、特征。
2. 我国生物质与生物质能的资源储量及利用现状。

### 第 2 章 生物质压缩成型技术

1. 生物质压缩成型技术的基本概念和原理。
2. 生物质成型燃料的性能指标、应用实例。

### 第 3 章 生物质直接燃烧技术

1. 生物直接质燃烧的基本概念。
2. 生物质直接燃烧实例。

### 第 4 章 生物质热裂解技术

1. 生物质热裂解的基本概念和原理。
2. 生物质热裂解的应用实例。

### 第 5 章 生物质气化技术

1. 生物质气化的原理与工艺。
2. 生物质气化发电的工程实例、生物质发电成本分析。

### 第 6 章 生物质液化技术

1. 生物质液化的机理。
2. 超临界液体在生物质液化中的应用、生物质液化油的利用。

### 第 7 章 生物质燃料乙醇技术

1. 生物质燃料乙醇发酵机理。
2. 生物质燃料乙醇发工艺类型、生产实例、国内外发展状况。

### 第 8 章 生物质柴油技术

1. 生物质柴油的基本概念和生产原理。
2. 生物柴油的优势与效益、国内外的的发展状况。

## 第9章 生物质制沼气技术

1. 生物质制沼气的基本概念和原理。
2. 生物质制沼气的工艺类型、工程实例、沼气的综合利用。

## 第10章 生物质制氢技术

1. 生物质制氢的基本原理。
2. 生物质制氢的发展趋势。

## 6.2 教学重点、难点

各章的重点和难点分述如下：

### 第1章 绪论

【重点】生物质能的定义、分类、特征。

【难点】我国生物质能的利用现状。

### 第2章 生物质压缩成型技术

【重点】生物质压缩成型技术的基本概念和原理。

【难点】生物质成型燃料的性能指标。

### 第3章 生物质直接燃烧技术

【重点】生物直接质燃烧的基本概念。

【难点】生物质直接燃烧应用技术。

### 第4章 生物质热裂解技术

【重点】生物质热裂解的基本概念和原理。

【难点】生物质热裂解的应用技术。

### 第5章 生物质气化技术

【重点】生物质气化的原理与工艺。

【难点】生物质气化发电的工程实例、生物质发电成本分析。

### 第6章 生物质液化技术

【重点】生物质液化的机理。

【难点】超临界液体在生物质液化中的应用。

### 第7章 生物质燃料乙醇技术

【重点】生物质燃料乙醇发酵机理。

【难点】生物质燃料乙醇应用技术。

#### 第8章 生物质柴油技术

【重点】生物质柴油的基本概念。

【难点】生物柴油的生产原理。

#### 第9章 生物质制沼气技术

【重点】生物质制沼气的基本概念和原理。

【难点】生物质制沼气的应用技术。

#### 第10章 生物质制氢技术

【重点】生物质制氢的基本原理。

【难点】生物质制氢的发展趋势。

## 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 生物质压缩成型技术	2
第3章 生物质直接燃烧技术	2
第4章 生物质热裂解技术	2
第5章 生物质气化技术	2
第6章 生物质液化技术	2
第7章 生物质燃料乙醇技术	4
第8章 生物质柴油技术	2
第9章 生物质制沼气技术	4
第10章 生物质制沼气技术	2
合计	24

## 7.课程教学实施

本课程总共 24 学时，分为 12 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，需要掌握有关生物质能的基本概念、我国生物质能利用的基本状况、生物质能的重要性。

### 7.1.3 教学内容

本单元的教学内容为第1章“绪论”部分，具体内容为：

#### 第1章 绪论

#### 1.1 生物质与生物质能的基本概念

- 1、什么是生物质？
- 2、什么是生物质能？
- 3、生物质能有何特点？
- 4、生物质资源总量有多少？
- 5、我国生物质资源的可利用规模有多大？
- 6、作物秸秆在我国的利用情况
- 7、林业剩余物在我国的利用情况
- 8、禽畜粪便在我国的利用情况
- 9、食品加工业的有机废水废渣和城市污水在我国的利用情况
- 10、生物质能源的利用现状

#### 1.2 生物质能资源开发与利用

- 1、植物生物质的主要组成？
- 2、生物质的化学组成与煤相比有何区别？
- 3、生物质能的重要性
- 4、生物质的转化方法有哪些？

本单元的重点和难点分别是：

【重点】生物质能的定义、分类、特征。

【难点】我国生物质能的利用现状。

### 7.1.4 教学过程

本章内容将深入浅出地由能源短缺的问题说起，从化石能源的日益枯竭，引入生物质能的利用问题，然后再转入正题开始叙生物质能的基本概念，以及后续的全部实体内容。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。

### 7.1.5 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，这些图表包括，

图：

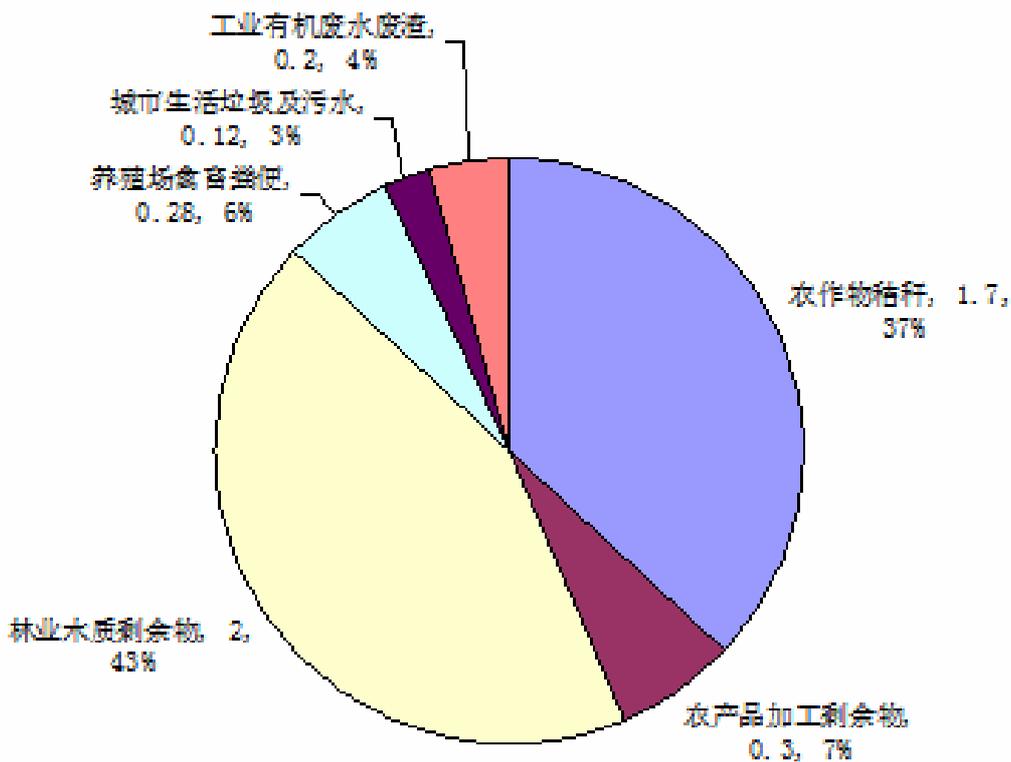


图 1-1 我国可利用的生物质资源情况

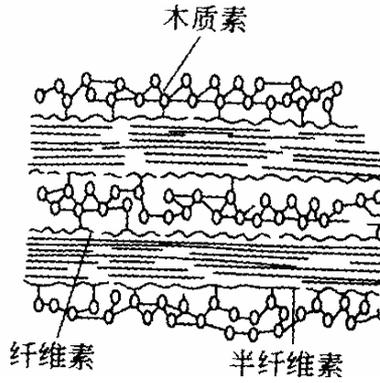


图 1-2 生物质的主要成分

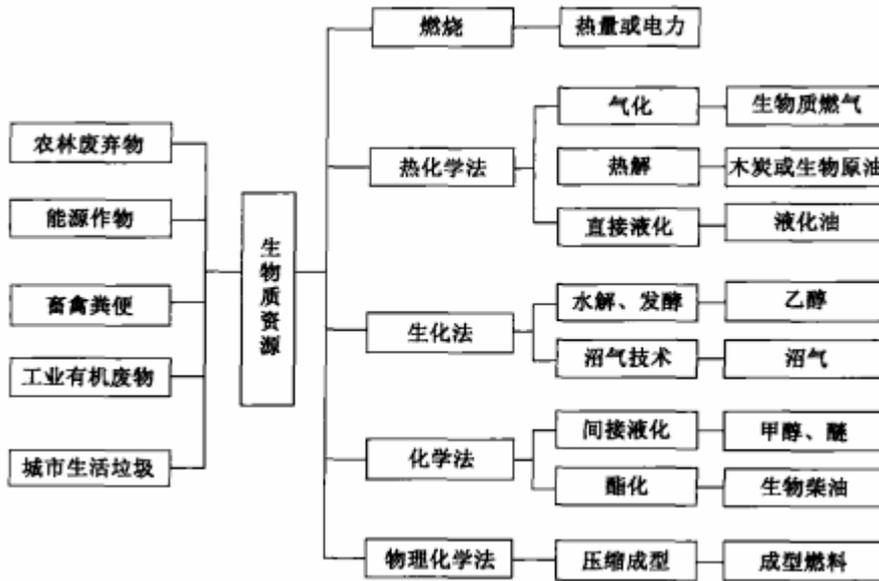


图 1-3 生物质能利用技术的种类

表:

表 1-1 典型生物质与煤的常规分析

燃料种类	工业分析/%				元素组成/%					低位热值 /MJ·kg <sup>-1</sup>
	W	A	V	FC	C	H	N	S	O	
麦秆	9.02	1.85	72.48	16.65	44.65	5.24	0.28	0.08	40.72	15.83
棉花秆	6.93	3.18	73.00	16.89	44.90	7.50	1.20	0.00	35.47	18.40
玉米秆	8.52	7.09	68.09	16.30	42.47	3.27	1.18	0.26	52.82	15.50
稻壳	6.00	16.92	51.98	25.10	35.34	5.43	1.77	0.09	35.36	13.38
花生壳	8.84	4.69	68.48	17.99	43.53	6.54	2.24	0.12	34.04	16.28
松木屑	6.11	3.47	74.6	15.82	45.76	6.74	0.07	0.00	37.85	15.41
稻草	4.13	13.56	67.77	14.54	38.09	6.15	0.70	0.06	37.31	13.67
烟煤	8.85	21.37	38.48	31.30	57.42	3.81	0.93	0.46	7.16	24.30
无烟煤	8.00	19.02	7.85	65.13	65.65	2.64	0.99	0.51	3.19	24.42

## 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，生物质能的利用为何重新兴起。

## 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：什么是生物质、生物质能、秸秆的利用情况等，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

登录我校的超星图书馆，参阅化学工业出版社 2009 年出版的刘荣厚的《生物质能工程》绪论部分的有关内容。

## 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，要求掌握生物质压缩成型技术。

### 7.2.3 教学内容

本单元的教学内容为第 2 章“生物质压缩成型技术”，具体内容包括：

第 2 章生物质压缩成型技术

2.1 生物质压缩成型技术的概述

1、生物质压缩成型技术？

2、生物质压缩成型技术有哪些分类？

### 3、生物质压缩成型技术的历史

#### 2.2 生物质压缩成型原理

##### 1、生物质压缩成型技术的原理

##### 2、生物质压缩成型的粘结作用有哪些类型？

##### 3、压缩成型过程中生物质粒子所发生的变化？

##### 4、生物质压缩成型过程中各种成分所起的作用？

#### 2.3 生物质压缩的主要影响因素

##### 1、原料种类对于生物质压缩成型有何影响？

##### 2、水含量对于生物质压缩成型的影响？

##### 3、粒度对于生物质压缩成型的影响？

##### 4、压力对于生物质压缩成型的影响？

##### 5、温度对于生物质压缩成型的影响？

#### 2.4 生物质压缩成型工艺技术

##### 1、生物质压缩成型技术有哪些种类？

##### 2、生物质常温湿压成型工艺的原理？

##### 3、生物质热压成型工艺的原理？

##### 4、其他成型技术？

#### 2.5 生物质成型燃料的性能指标

##### 1、什么是生物质压缩成型的松弛密度？

##### 2、什么是生物质压缩成型的耐久性？

##### 3、生物质型块的燃烧有何特性？

本单元的重点和难点分别是：

**【重点】** 生物质压缩成型技术的基本概念和原理。

**【难点】** 生物质成型燃料的性能指标。

## 7.2.4 教学过程

本章内容将首先介绍生物质压缩成型技术的基本概念，然后阐述其原理、影响因素，最后介绍几种主要的压缩成型工艺和应用。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。

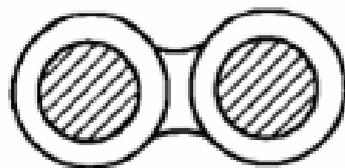
## 7.2.5 教学方法

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，这些图表包括，

图：



图 2-1 生物质的捆装压缩



(a) 胶黏剂固化形成的吸附力



(b) 分子引力(范德华力)



(c) 粒子间的嵌合力



(d) 静电力

图 2-2 生物质粒子的黏结机理

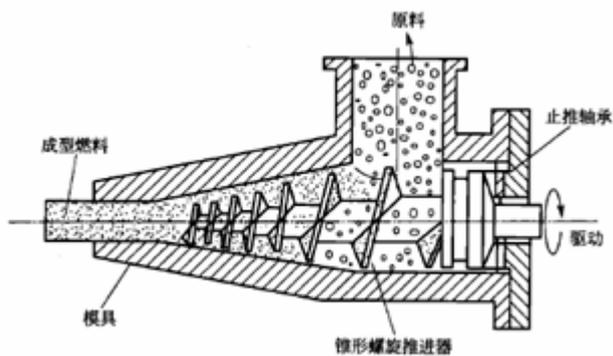


图 2-3 螺杆挤压成型机理



图 2-4 北京大兴生物质成型燃料工厂

表：

表 2-1 木屑和秸秆在不同温度下的成型情况

原料	温度/℃					
	180	200	220	240	260	280
木屑	不成型	不成型	成型较慢	成型较快	成型快	不成型
秸秆	不成型	不成型	成型较慢	成型较快	成型快	表面炭化

## 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，生物质压缩成型技术推广的瓶颈在何处？

## 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生物质压缩成型技术的科普知识。

## 7.2.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅《生物质能现代化利用技术》（化学工业出版社，2003，吴创之）第4章有关内容。

## 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

本单元学习关于生物质的直接燃烧技术。通过本单元的学习，要求掌握生物质直接燃烧的主要技术。

### 7.3.3 教学内容

本单元的教学内容为第3章“生物质直接燃烧技术”，具体内容包括：

#### 第3章 生物质直接燃烧技术

##### 3.1 生物质燃烧的基本概念

1、生物质和煤炭的组成有何区别？

##### 3.2 生物质燃烧的原理及特征

1、生物质的燃烧过程？

2、生物质的各组成成分在燃烧过程中的变化？

##### 3.3 生物质直接燃烧技术的分类

1、生物质的现代化燃烧技术有哪些种类？

2、生物质固定床燃烧的过程。

3、生物质燃烧循环流化床的工作原理？

4、生物质燃烧悬浮床的工作原理？

5、省柴灶的原理？

本单元的重点和难点分别是：

【重点】生物直接质燃烧的基本概念。

【难点】生物质直接燃烧应用技术。

### 7.3.4 教学过程

本章内容首先介绍生物质燃烧的基本概念，然后分析燃烧机理，最后介绍主要的生物质燃烧技术。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。

### 7.3.5 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、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：

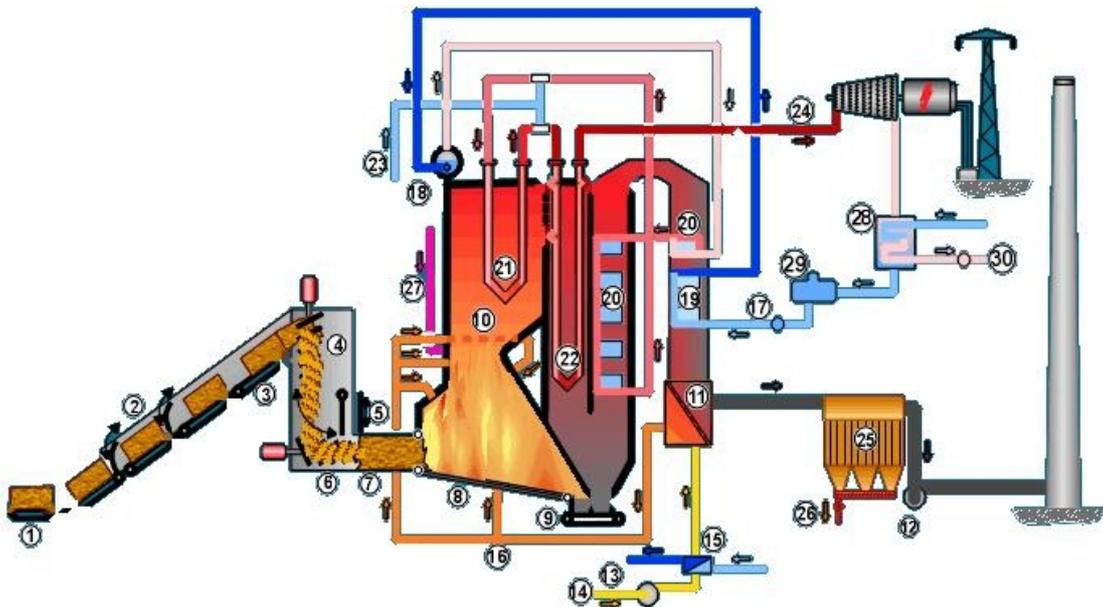


图 3-1 秸秆发电原理

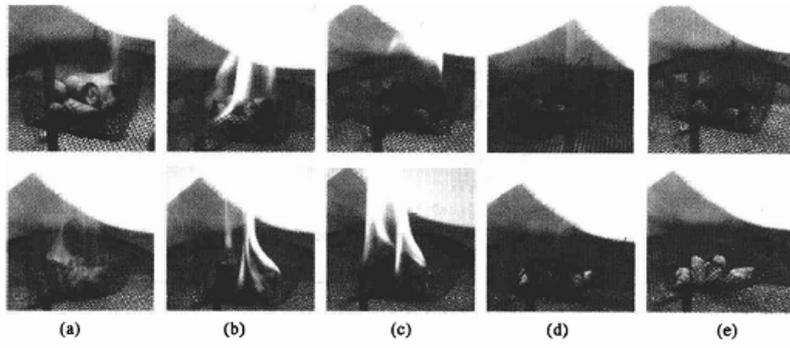


图 3-2 生物质成型燃料燃烧的五阶段



图 3-3 秸秆发电厂

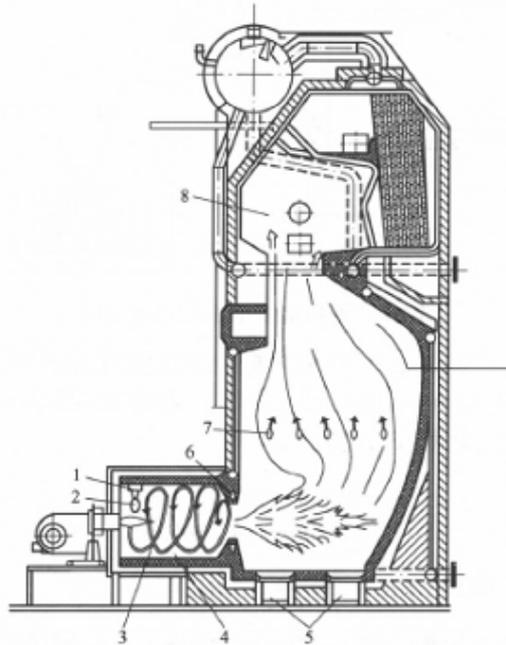


图 3-4 生物质悬浮燃烧锅炉

表:

图 3-1 不同生物质燃料的元素分析和发热量

燃料	C/%	H/%	O/%	N/%	S/%	灰分/%	高位发热量/(MJ/kg)
松树皮	52.3	5.8	38.8	0.2	0.0	2.9	20.4
甘蔗榨渣	47.3	6.1	35.3	0.0	0.0	11.3	21.2
生物可分解垃圾	45.5	6.8	25.8	2.4	0.5	19.0	16.4
牛粪	42.7	5.5	31.3	2.4	0.3	17.8	17.2
麸皮	38.5	5.7	39.8	0.5	0.0	15.5	15.4
稻草	39.2	5.1	35.8	0.6	0.1	19.2	15.2

### 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，秸秆发电的秸秆收集难题如何破解？

### 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生物质发电的有关知识。

### 7.3.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅化学工业出版社 2009 年出版的刘荣厚的《生物质能工程》第 2 章有关内容。

## 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

本单元学习生物质的热裂解技术。通过本单元的学习，要求能够掌握生物质热裂解的概念、原理和主要工艺要点。

### 7.4.3 教学内容

本单元的教学内容为第4章“生物质热裂解技术”，具体内容包括：

#### 第4章 生物质热裂解技术

##### 4.1 生物质热裂解的概念和原理

- 1、生物质热裂解的概念？
- 2、生物质的热裂解和煤的干馏工艺有何主要区别？
- 3、生物质热裂解的工艺可以分为哪几种类型？
- 4、从生物质组成成分的角度分析生物质热裂解的反应机理？
- 5、从物质、能量传递的角度分析生物质热裂解的反应机理？
- 6、生物质的热裂解过程可以分为哪几个阶段？

##### 4.2 生物质热裂解的影响因素

- 1、生物质热裂解有哪些影响因素？
- 2、温度对于生物质热裂解有何影响？
- 3、固体和气相滞留时间对于生物质的热裂解有何影响？
- 4、生物质的物料特性对于生物质热裂解有何影响？
- 5、压力对于生物质热裂解有何影响？
- 6、升温速率对于生物质热裂解有何影响？

##### 4.3 生物质热裂解的工艺流程

- 1、生物质热裂解的一般工艺流程包括哪几个步骤？
- 2、列举生物质热裂解有哪些工艺类型？
- 3、旋转锥反应器的工作原理

##### 4.4 生物油

- 1、生物质热裂解液化油有何特点？
- 2、生物油的精制工艺有哪些？
- 3、生物油有哪些用途？

本单元的重点和难点分别是：

**【重点】** 生物质热裂解的基本概念和原理。

**【难点】** 生物质热裂解的应用技术。

## 7.4.4 教学过程

本单元首先从煤炭的热解反应讲起，然后讲述生物质的化学组成与煤炭化学组成的区别，进而概述生物质热解技术对于煤炭热解技术的传承关系和主要区别，然后转入正题逐步介绍生物质热解的基本概念、原理、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。

## 7.4.5 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，这些图表包括，图：

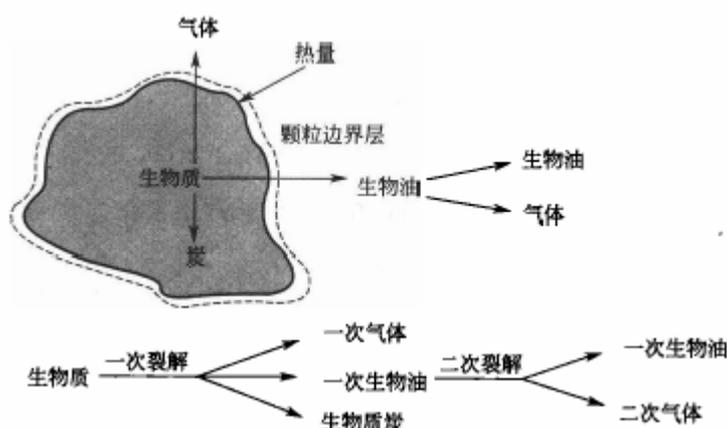


图 4-1 生物质热裂解过程示意图

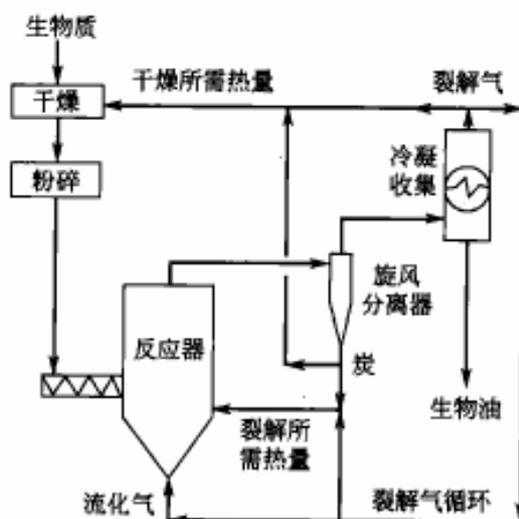


图 4-2 生物质热裂解液化工艺流程

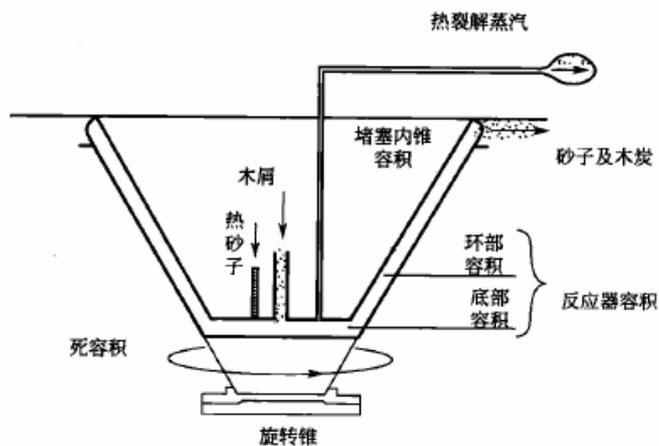


图 4-3 旋转锥反应器工作原理



图 4-4 生物质热解液化产品

表:

表 4-1 生物质热裂解的主要工艺类型

工艺类型	滞留期	升温速率	最高温度/℃	主要产物
慢速热裂解				
碳化	数小时~数天	非常低	400	炭
常规	5~30min	低	600	气、油、炭
快速热裂解				
快速	0.5~5s	较高	650	油
闪速(液体)	<1s	高	<650	油
闪速(气体)	<1s	高	>650	气
极快速	<0.5s	非常高	1000	气
真空	2~30s	中	400	油
反应性热裂解				
加氢热裂解	<10s	高	500	油
甲烷热裂解	0.5~10s	高	1050	化学品

## 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，生物质的热裂解和煤炭的热解有什么不同？

## 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生物质热裂解的有关信息，并复习煤炭的热解反应。

## 7.4.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅《生物质热解原理与技术》（中国科学技术大学出版社，2006，朱锡锋）第7章有关内容。

## 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

本单元学习生物质的气化技术，通过本单元的学习，要求掌握生物质的气化基本工艺要点。

### 7.5.3 教学内容

本单元的教学内容为第5章“生物质气化技术”，具体内容包括：

第5章 生物质气化技术

5.1 生物质气化基本概念

1、什么是生物质气化？

- 2、生物质燃气有哪些用途？
- 3、根据气化剂的不同生物质气化工艺有哪些分类？
- 4、根据设备运行方式的不同生物质气化工艺有哪些分类？
- 5、生物质气化的基本原理？

#### 5.2 生物质气化工艺

- 1、下吸式气化工艺与上吸式气化工艺有何不同？
- 2、下吸式气化工艺有何优缺点？
- 3、上吸式气化工艺有何优缺点？
- 4、生物质流化床气化炉有哪几种常见的工艺？

#### 5.3 生物质气化的评价参数

- 1、生物质气化有哪些评价参数？

#### 5.4 生物质气化技术的应用

- 1、生物质气化气体成分有何特点？
- 2、生物质气化供热系统工艺流程
- 3、生物质气化发电的工艺流程
- 4、生物质气化集中供气有何优点？

本单元的重点和难点分别是：

【重点】生物质气化的原理与工艺。

【难点】生物质气化发电的工程实例、生物质发电成本分析。

### 7.5.4 教学过程

本单元讲述生物质气化技术。首先回顾煤气化技术，然后概述生物质气化技术的基本原理和工艺，在讲述的过程中与煤气化技术进行比较，通过比较学习生物质的气化技术。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。

### 7.5.5 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、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：

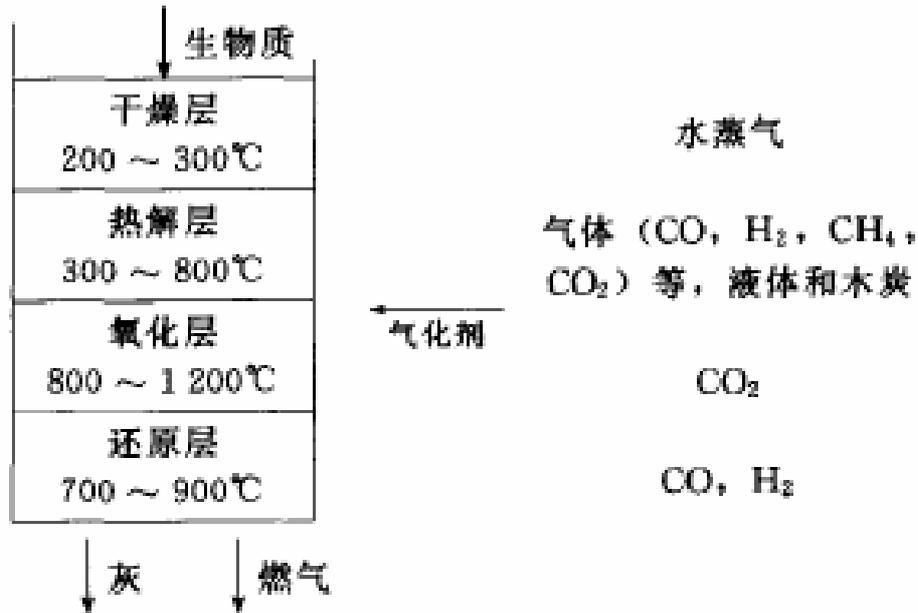


图 5-1 生物质气化原理

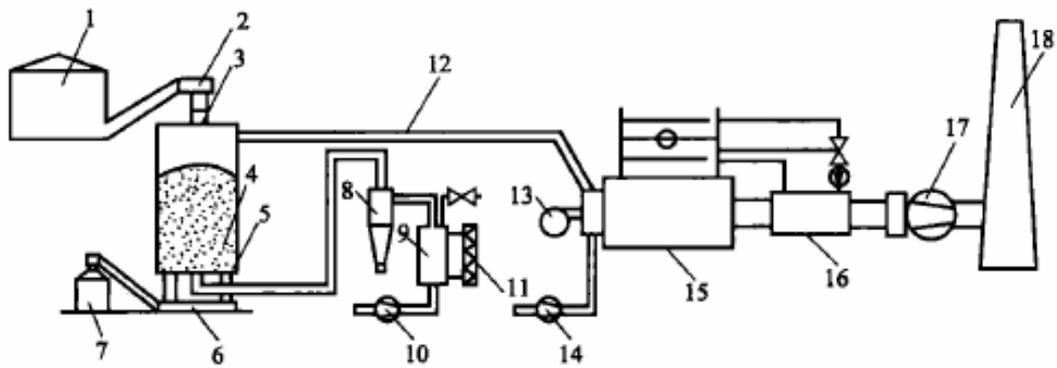


图 5-2 生物质气化供热原理

表：

表 5-1 几种气体燃料的成分

名称	CO <sub>2</sub> /%	O <sub>2</sub> /%	CO/%	H <sub>2</sub> /%	CH <sub>4</sub> /%	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> /%	N <sub>2</sub> /%	H <sub>2</sub> S/%	低位热值 (kJ/m <sup>3</sup> )
天然气	0.2	—	—	—	97.9	0.1	1.8	—	35 100
焦炉煤气 <sup>①</sup>	2.3	0.8	6.8	57.5	22.5	1.9	7.8	0.4	16 600
水煤气 <sup>②</sup>	6.5	0.2	37.0	50.0	0.5	—	5.5	0.3	10 300
发生炉煤气 <sup>③</sup>	5.0	0.2	26.5	13.5	2.3	0.3	51.9	0.3	5 870
高炉煤气 <sup>④</sup>	10.2	—	28.0	2.7	0.3	—	58.5	0.3	4 000
液化石油气 <sup>⑤</sup>	—	—	—	—	—	100.0	—	—	109 000
生物质燃气	12.0	1.4	20.0	12.5	2.3	0.2	51.6	—	4 818

## 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，生物质气化技术的事宜地区一般是哪里？

## 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生物质气化的有关信息，并复习煤气化的技术。

## 7.5.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅《生物质能现代化利用技术》（化学工业出版社，2003，吴创之）第5章有关内容。

## 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

本单元学习生物质液化的知识。通过本单元的学习，要求掌握生物质直接液化和间接液化的基本概念、基本原理、工艺要点。

### 7.6.3 教学内容

本单元的教学内容为第6章“生物质液化技术”，具体内容包括：

第6章 生物质液化技术

6.1 生物质液化的基本概念

1、生物质液化方法的种类有哪些？与煤的液化有何区别？

2、不同生物质液化法的产物有何区别？

## 6.2 生物常压催化剂液化

1、什么是生物质常压催化剂液化？

## 6.3 生物高压直接液化

1、生物质高压直接液化的典型工艺条件？

2、生物质高压直接液化的反应机理？

## 6.4 生物质与其他反应物共液化技术

1、为什么生物质与其他反应物共液化会改善液化条件和产物组成？

## 6.5 生物质液化油

1、生物质液化油有何特性？

2、生物质液化油有何用途？

## 6.6 生物质间接液化

本单元的重点和难点分别是：

【重点】生物质液化的机理。

【难点】超临界液体在生物质液化中的应用。

## 7.6.4 教学过程

本单元讲述生物质的直接液化和间接液化，首先从煤直接液化和间接液化导入有机物的液化概念，然后叙述生物质的液化原理、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。

## 7.6.5 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，这些图包括：

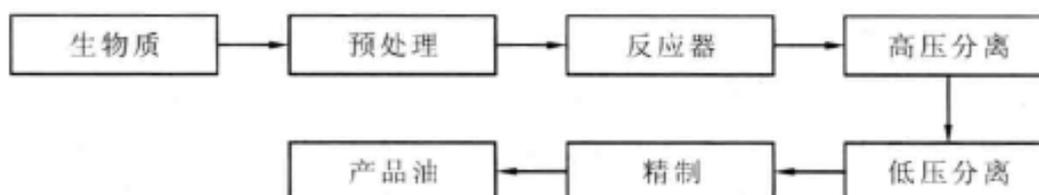


图 6-1 生物质直接液化原理

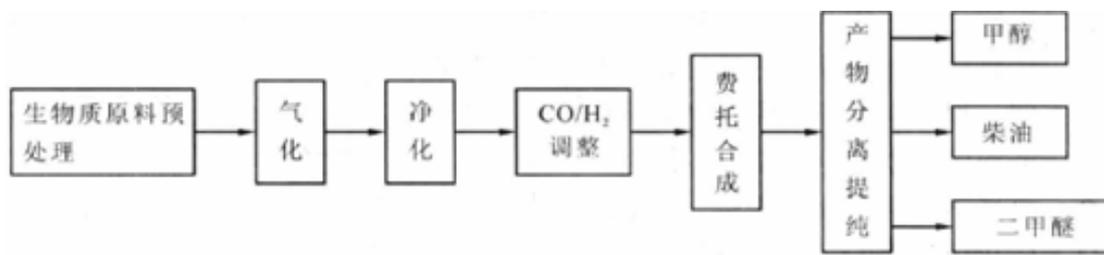


图 6-2 生物质间接液化原理

## 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，生物质的液化产物有何独特优势？

## 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什么是生物质的液化、产业状况，并复习煤液化的知识。

## 7.6.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅《生物质能现代化利用技术》（化学工业出版社，2003，吴创之）第9章有关内容。

## 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

本单元学习生物质燃料乙醇的基本概念，和糖类原料制乙醇的基本工艺、原理。通过本单元的学习，要求掌握上述基本知识。

### 7.7.3 教学内容

本单元的教学内容为第 7 章“生物质燃料乙醇技术”中的第 1、2 节，具体内容包

第 7 章 生物质燃料乙醇技术

7.1 生物质燃料乙醇基本概念

1、燃料乙醇的定义

2、燃料乙醇有哪两种基本的使用方法？

3、生物质发酵制燃料乙醇的原料有哪些？

4、生物质生产燃料乙醇可以分为哪三个阶段？

7.2 糖类生物质生产燃料乙醇的基本原理

1、生产燃料乙醇的糖类生物质原料有哪些？

2、糖类生物质生产乙醇的工艺流程？

3、酵母菌乙醇发酵的代谢途径？

4、大量生产乙醇的酵母和细菌有哪些种类？

本单元的重点和难点分别是：

【重点】生物质燃料乙醇的基本概念。

【难点】糖类生物质生产燃料乙醇的基本原理。

### 7.7.4 教学过程

本单元讲述生物质制燃料乙醇的方法。首先阐明乙醇的工业生产方法，比较煤制乙醇和生物质乙醇的各自优势，然后介绍生物质乙醇的分类，最后讲述糖类原料发酵制燃料乙醇的方法。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。

### 7.7.5 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，这些图包括：

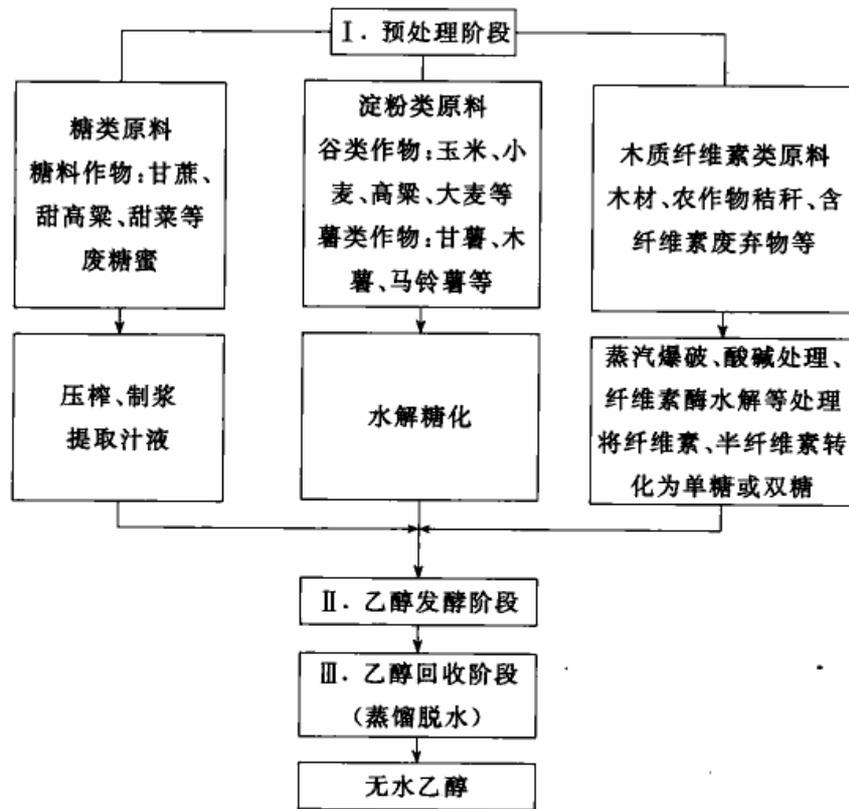


图 7-1 生物质原料乙醇生产过程

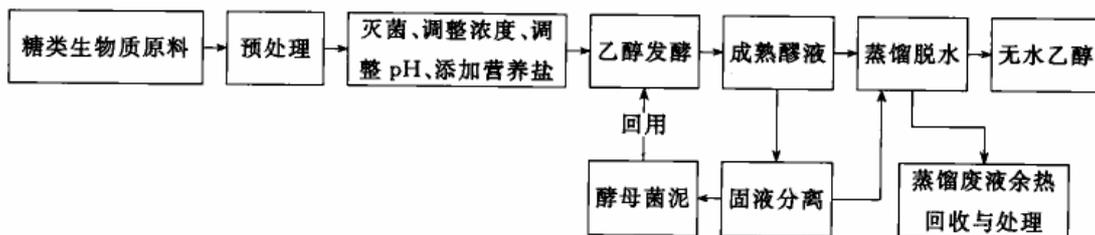


图 7-2 糖类生物质原料乙醇发酵工艺过程

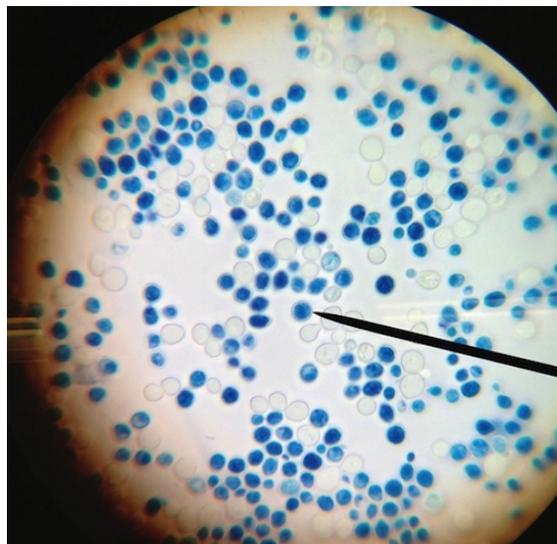


图 7-3 乙醇酵母菌

## 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，生物质燃料乙醇与煤制乙醇相比是否有竞争力？

## 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一下生物质燃料乙醇和煤制燃料乙醇的情况，并了解乙醇汽油的优缺点。

## 7.7.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅《生物质衍生的燃料和化学物质》（郑州大学出版社，2004，张瑞芹）第5章有关内容。

## 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

本单元学习淀粉、纤维素原料制燃料乙醇的方法，通过本单元的学习，要求掌握这两种方法制燃料乙醇的基本原理，并对其经济性有个初步的认识。

### 7.8.3 教学内容

本单元的教学内容为第7章“生物质燃料乙醇技术”中的第3、4节，具体内容包括：

7.3 淀粉生物质生产燃料乙醇的基本原理

1、生产燃料乙醇的淀粉生物质原料有哪些？

2、淀粉原料发酵生产乙醇的过程？

#### 7.4 木质纤维素生物质生产燃料乙醇的基本原理

1、生产燃料乙醇的木质纤维素生物质原料有哪些？

2、纤维素原料生产乙醇的过程？

本单元的重点和难点分别是：

【重点】生物质燃料乙醇发酵机理。

【难点】生物质燃料乙醇应用技术。

### 7.8.4 教学过程

本单元继续学习燃料乙醇的生物质制备方法，原料从糖类扩展到难度更大的纤维素和淀粉。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，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 7-4 木薯燃料乙醇示范工厂



图 7-5 淀粉类生物质原料乙醇发酵工艺过程



图 7-6 佳木斯南岔木材水解厂（已关闭）

## 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，生物质燃料乙醇技术还有没有发展前途？

## 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木薯、木材水解制燃料乙醇的现状，思考为什么这两种技术目前难觅踪影。

## 7.8.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅《生物质衍生的燃料和化学物质》（郑州大学出版社，2004，张瑞芹）第5章有关内容。

## 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

本单元学习生物质柴油技术。通过本单元的学习，要求掌握生物质柴油的基本原理。

## 7.9.3 教学内容

本单元的教学内容为第 8 章“生物质柴油技术”，具体内容包括：

第 8 章 生物质柴油技术

8.1 生物质柴油概述

1、生物柴油的概念

8.2 生物质柴油的生产方法

1、化学法转酯化制备生物柴油

本单元的重点和难点分别是：

【重点】生物质柴油的基本概念。

【难点】生物柴油的生产原理。

## 7.9.4 教学过程

本单元讲述生物质柴油技术。首先含油植物说起，然后讲述生物质自身所含的油类物质与燃料柴油之间的差异，然后讲述生物质柴油的加工方法。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。

## 7.9.5 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，这些图包括：

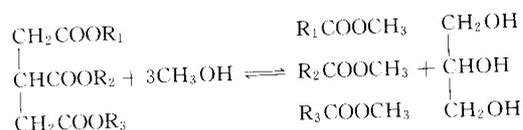


图 8-1 酯交换法生产生物质乙醇反应方程式

## 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，中国是否适合大面积发展生物质柴油技术？

## 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生物质柴油的有关资料，和中国的耕地面积信息。

## 7.9.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅化学工业出版社 2009 年出版的刘荣厚的《生物质能工程》第 11 章的有关内容。

## 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

本单元学习沼气技术。通过本单元的学习，要求掌握禽畜粪便生产沼气的基本原理、工艺要点。

### 7.10.3 教学内容

本单元的教学内容为第 9 章“生物质制沼气技术”中的第 1、2 节，具体内容包括：

第 9 章 生物质制沼气技术

9.1 沼气概述

1、什么是沼气？

## 9.2 沼气的生产原理

### 1、沼气发酵微生物学原理

本单元的重点和难点分别是：

【重点】生物质制沼气的基本概念和原理。

【难点】沼气发酵微生物学原理。

## 7.10.4 教学过程

本单元讲述沼气的工艺原理。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。

## 7.10.5 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：

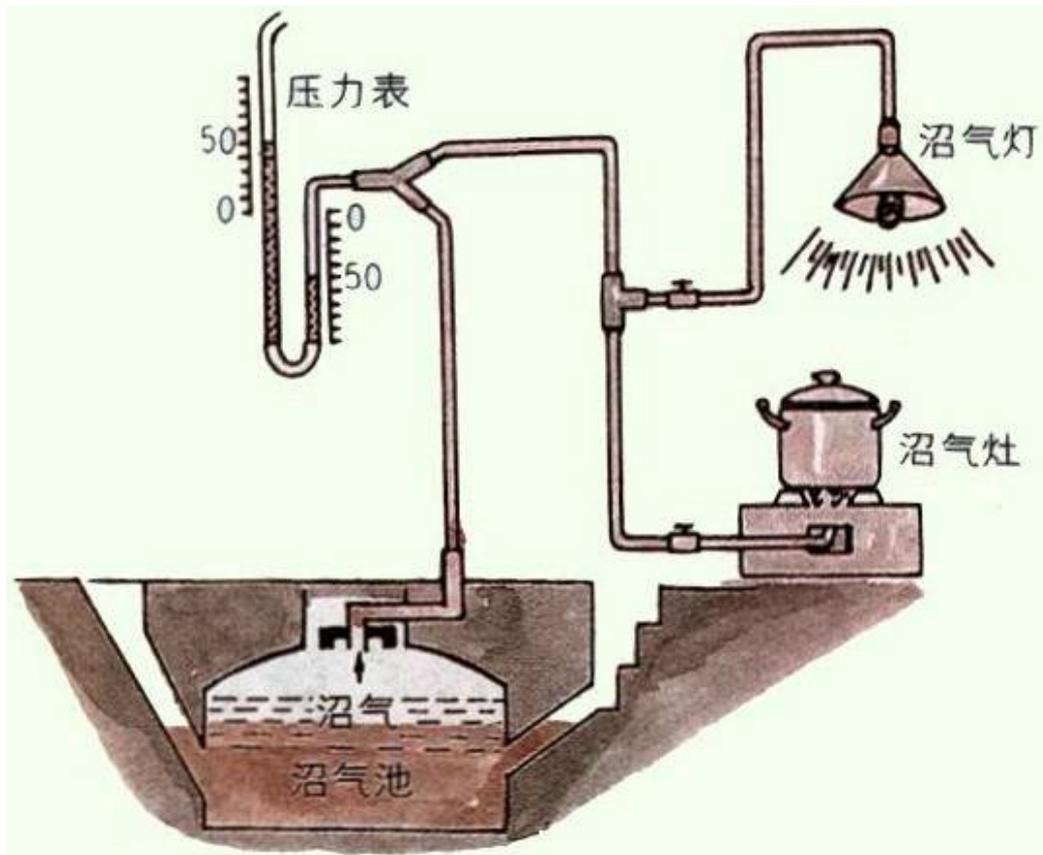


图 9-1 沼气生产原理

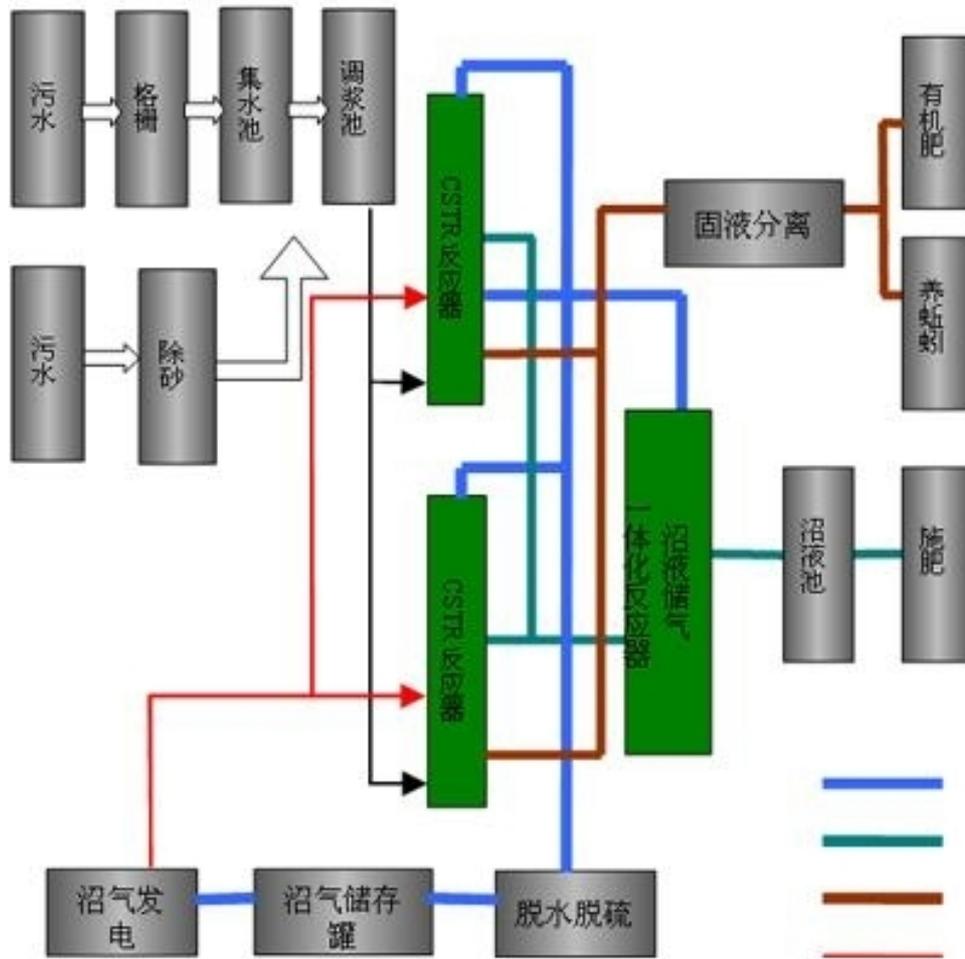


图 9-2 沼气发酵的两个阶段

### 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，为什么沼气技术开展几十年能够长盛不衰？

### 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农村沼气技术的推广情况，为听课做好准备。

### 7.10.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅《生物质衍生的燃料和化学物质》（郑州大学

出版社，2004，张瑞芹）第5章的有关内容。

## 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

本单元继续学习沼气的用途。通过本单元的学习，要求了解农村沼气的一般应用。

### 7.11.3 教学内容

本单元的教学内容为第9章“生物质制沼气技术”中的第3节，具体内容包  
括：

#### 9.3 沼气的用途

##### 1、沼气的用途

本单元的重点和难点分别是：

【重点】生物质制沼气的基本概念和原理。

【难点】生物质制沼气的应用技术。

### 7.11.4 教学过程

本单元讲沼气的用途。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，这些图包括：

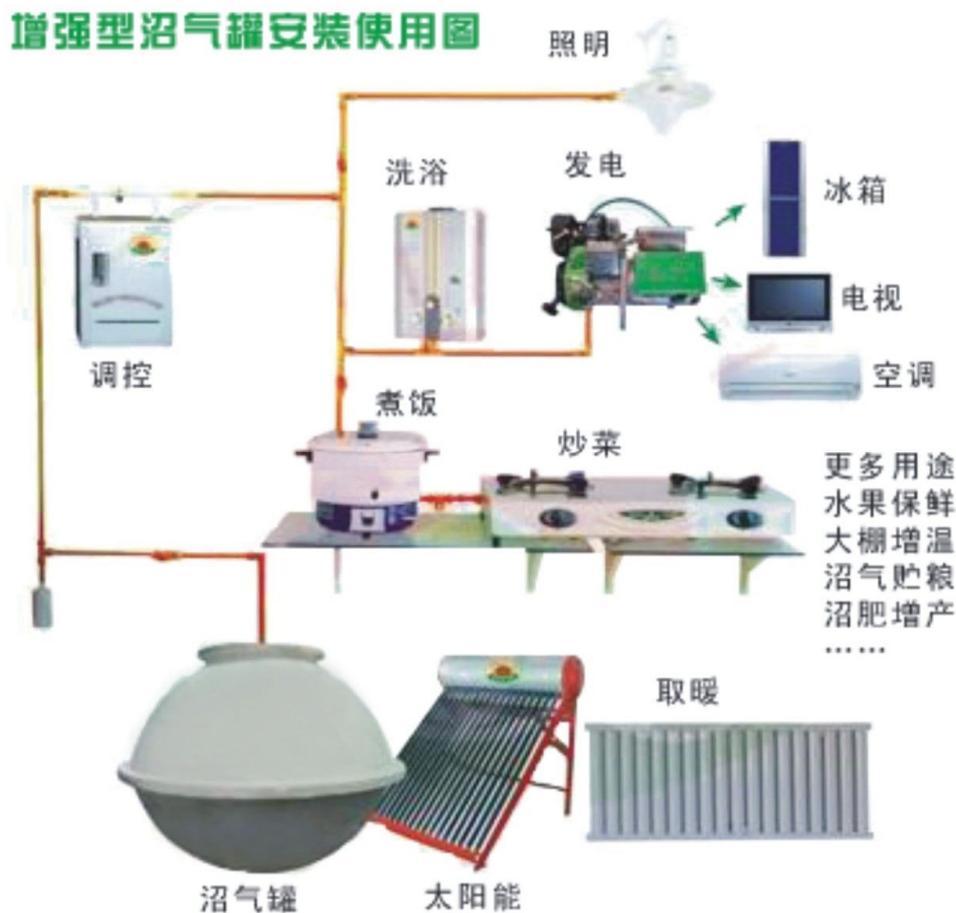


图 9-3 沼气的用途

### 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，沼气技术能否取代天然气在农村推广应用？

### 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沼气用途的基础知识，为听课做做准备。

### 7.11.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅化学工业出版社 2009 年出版的刘荣厚的《生物质能工程》第 5 章的有关内容。

## 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

本单元学习生物质制氢技术。通过本单元的学习，要求掌握生物质制氢技术的主要方法、原理。

### 7.12.3 教学内容

本单元的教学内容为第 10 章“生物质制氢技术”，具体内容包括：

第 10 章 生物质制氢技术

10.1 生物质制氢概述

1、生物质微生物法制氢常用的微生物主要有哪些？

2、生物质热转化制氢有哪些方法？

10.2 生物质制氢的主要工艺类型

1、光合细菌产氢工艺？

2、两段厌氧发酵制氢工艺流程

3、生物质气化制氢工艺

4、生物质热解制氢工艺流程

5、生物质热解油重整制氢工艺

本单元的重点和难点分别是：

**【重点】** 生物质制氢的基本原理。

**【难点】** 生物质制氢的发展趋势。

### 7.12.4 教学过程

本单元讲述生物质制氢技术，首先从河南南阳水氢汽车骗局说起，讲述氢能在中国目前受重视的程度，然后讲述目前氢气的主要制备方法，然后讲述氢气

的生物质制备方法。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。

### 7.12.5 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：

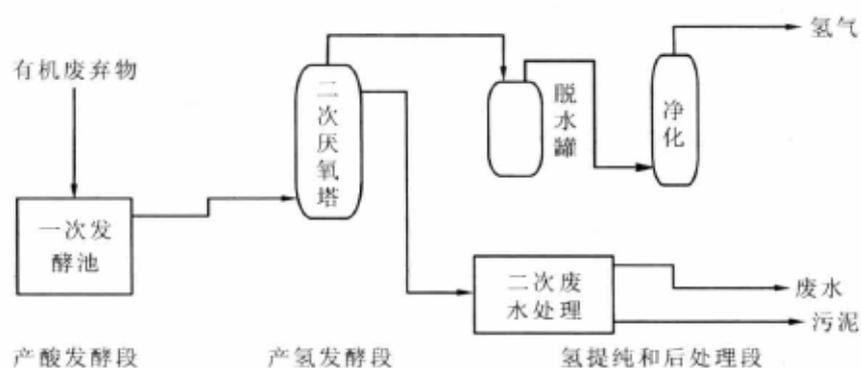


图 10-1 两段厌氧发酵制氢工艺

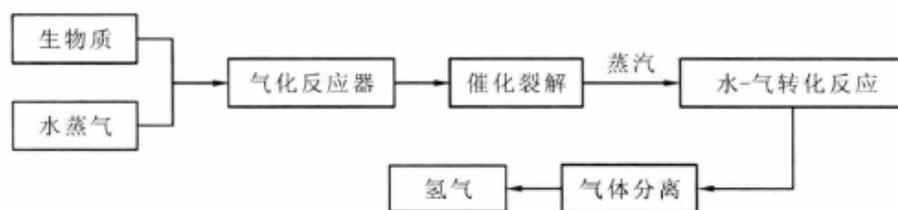


图 10-11 生物质气化催化制氢工艺流程图

图 10-2 生物质气化催化制氢工艺

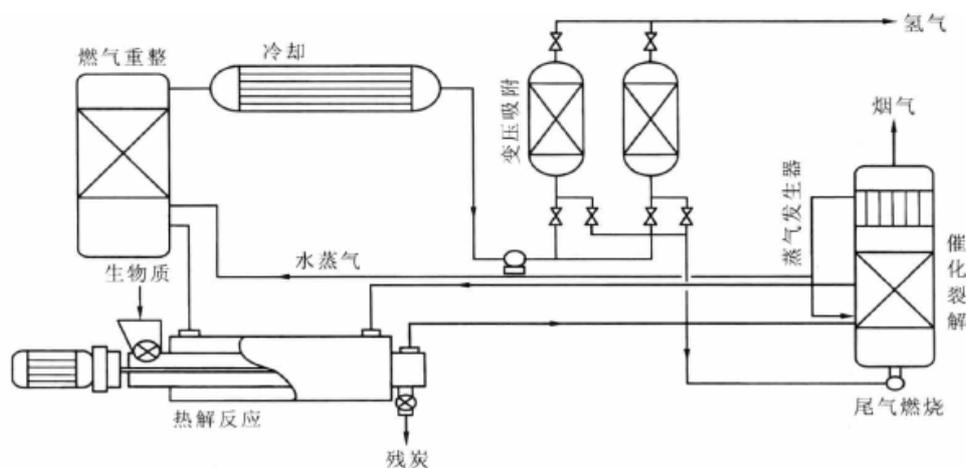


图 10-3 生物质热裂解制氢工艺

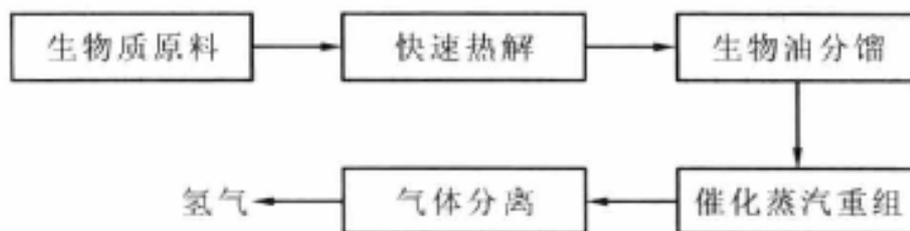


图 10-4 生物质热解油重组制氢工艺

## 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，生物质制氢的成本能否和煤制氢竞争？

## 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煤气化制氢、煤焦化副产氢气的基本原理，预习生物质制氢的基本原理。

## 7.12.8 教学单元的参考资料

登录我校的超星图书馆，参阅《生物质衍生的燃料和化学物质》（郑州大学出版社，2004，张瑞芹）第3章的有关内容。

# 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

本课程由于是选修课，目前没有安排课程实践。

# 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 1/3 以上将取消成绩，迟到或早退 2 次相当于缺勤 1 次。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 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

考试的形式为笔试。题型有三种：填空、名词解释、简答。填空题每空 1 分，总分 25 分。简答题每小题 5 分，总分 20 分。简答题每小题 5~10 分，总分 55 分。

题型示例如下：

一、填空题：

考题：1. 生产燃料乙醇的糖类生物质原料主要有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。

答案：1. 生产燃料乙醇的糖类生物质原料主要有甘蔗、甜高粱、甜菜等。

（本小题 3 分）

二、名词解释题：

考题：1. 生物质能——

答案：1. 生物质能——生物质能是太阳能以化学能的形式存储在生物质中的一种能量形式（2 分），它直接或间接地来源于植物的光合作用，是以生物质为载体的能量（2 分）。从广义上说，生物质也是太阳能的一种表现形式。（1 分）

（本小题 5 分）

三、简答题：

考题：1. 简述生物质下吸式气化工艺与上吸式气化工艺有何不同？

答案：1. 简述生物质下吸式气化工艺与上吸式气化工艺有何不同？（本题 8 分）

①生物质上吸式气化炉类似于煤化工的固定床气化炉（1 分），

②底部进气，顶部进料（1 分），

③从上到下依次有五层：灰层、氧化层、还原层、干馏层、干燥层（2 分）。

④而下吸式气化炉虽然也从顶部进料，但是气体从腰部进入（1 分），

- ⑤并且用鼓风机从下游吸气形成微负压（1分），
- ⑥从下到上依次分为还原层、氧化层、热解层、干燥层（2分）。
- （本小题8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

本课程为选修课程，目前尚未安排实验课。

### 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

《生物质能工程》的教材是中国林业出版社 2011 年周建斌的《生物质能源工程与技术》。

较重要参考教材是化学工业出版社 2009 年出版的刘荣厚的《生物质能工程》。

### 12.2 专业学术专著

较重要的专著有《生物质衍生的燃料和化学物质》（郑州大学出版社，2004，

张瑞芹)、《生物质热解原理与技术》(中国科学技术大学出版社, 2006, 朱锡锋)、《生物质能现代化利用技术》(化学工业出版社, 2003, 吴创之)、《生物质洁净能源》(化学工业出版社, 2002, 朱清时)等。

## 12.3 专业刊物

国内刊物主要是《可再生能源》、《新能源进展》、《能源化工》、《生物质能动态》等。国际刊物主要是《Fuel Processing Technology》、和《Energy Source》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生物质能工程领域的科技文章以及政策走向报道。能源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。