



能源开发概论A

第十章 新能源开发

能源与矿业学院/矿业工程系
中国矿业大学（北京）



目 录

第一节 太阳能开发

第二节 风能开发

第三节 海洋能开发

第四节 地热能开发

第五节 生物质能开发

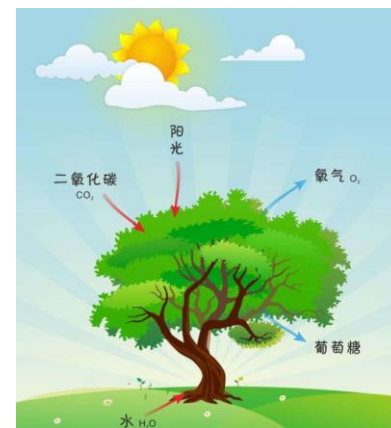
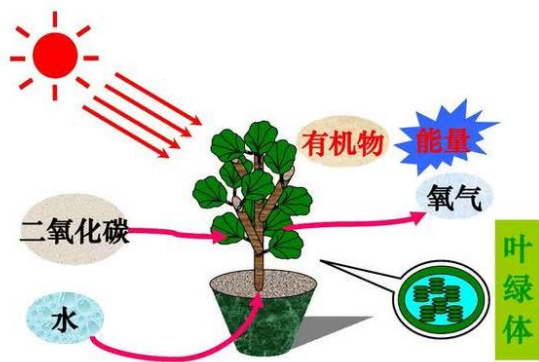
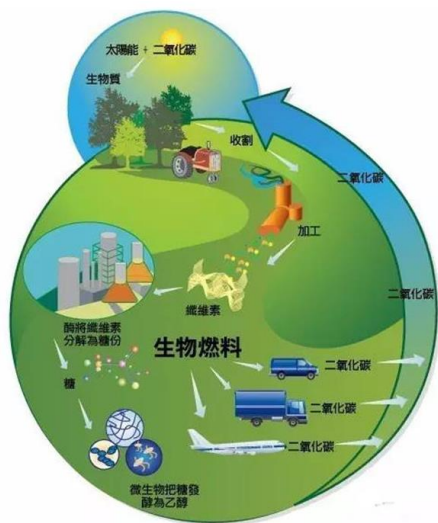
第六节 氢能开发

第五节 生物质能开发

5. 生物质能开发

5.1 什么是生物质能？

- 生物质是指由光合作用产生的各种有机体，包括动植物和微生物。
- ◆ 光合作用是绿色植物通过叶绿体，利用太阳能把二氧化碳和水合成为储存能量的有机体，并释放出氧气的过程。

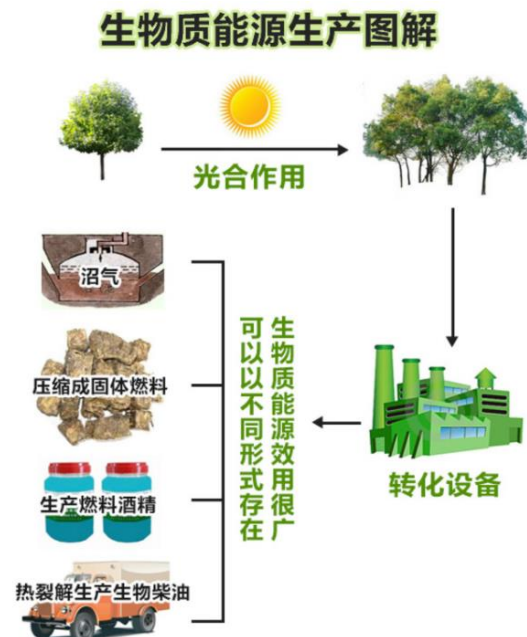


5. 生物质能开发

5.1 什么是生物质能？

➤ 生物质能是太阳能以化学能形式储存在生物中的一种能量形式，是以生物质为载体的能量，它直接或间接来源于植物的光合作用。

- ◆ 生物质所含能量的多少与品种、生长周期、日照时间和环境温度与湿度等因素密切相关。
- ◆ 按来源不同，分为农业生物质资源、林业生物质资源、城市固体废弃物、生活污水和工业有机废水、畜禽粪便五个类别。



5. 生物质能开发

5.1 什么是生物质能？

➤ 生物质能是以实物的形式存在的一种可储存和运输的可再生能源。

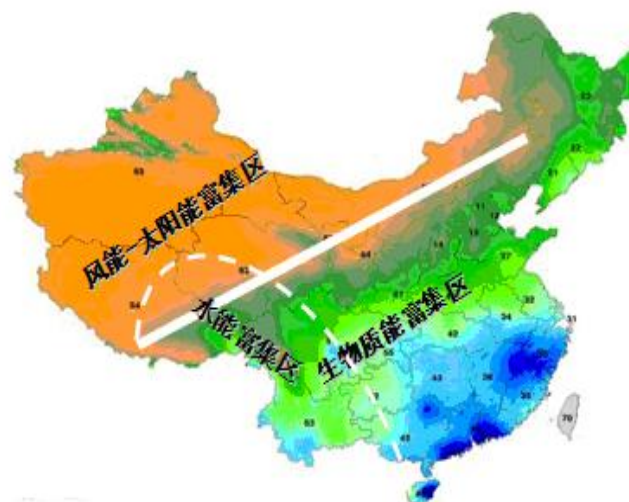
- ◆ 转化利用途径主要包括燃烧、热化学法、生化法、化学法和物理法等。
- ◆ 可转化为二次能源，分别为热量或电力、固体燃料、液体燃料和气体燃料等。
- ◆ 与化石能源相比，各种有害气体排放量少，是一种洁净能源。



5. 生物质能开发

5.2 生物质能未来发展

- 生物质能属于低碳能源，对于逐步改变我国以化石燃料为主的能源结构具有重要作用。
- ◆ 生物质资源量丰富且可再生，含硫量和灰分比煤低，含氢量高，比煤清洁，变成气体或液体燃料，使用清洁、方便。



5. 生物质能开发

5.2 生物质能未来发展

- ◆ 生物质能一直是人类赖以生存的重要能源，是仅次于煤炭、石油和天然气而居于世界能源消费总量**第四位**，在整个能源系统中占有重要地位。
- ◆ 通过技术革新，大型企业积极参与，生物质能将成为未来可持续能源系统的重要组成部分。



第六节 氢能开发

6. 氢能开发

6.1 氢能的特点？

- 氢是一种能源载体，包括氢核能和氢化学能两大部分。
 - ◆ 氢核能为氢的热核反应释放的能量。
 - ◆ 氢化学能是指氢与氧、卤族和金属等化合而释放出的化学能。
- 氢能是一种极为优越的新能源，其优点为：
 - ◆ 燃烧值高，每千克氢燃烧后的热量，约为汽油的3倍，酒精的3.9倍，焦炭的4.5倍。
 - ◆ 燃烧的产物是水，是世界上最干净的能源。
 - ◆ 资源丰富，氢气可由水制取，而水是地球上最丰富的资源，演绎了自然物质循环利用、持续发展的经典过程。

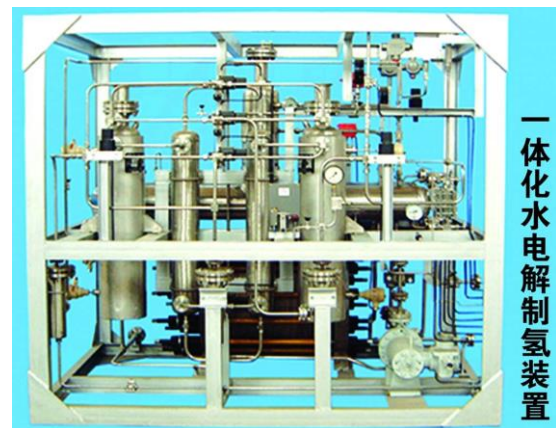
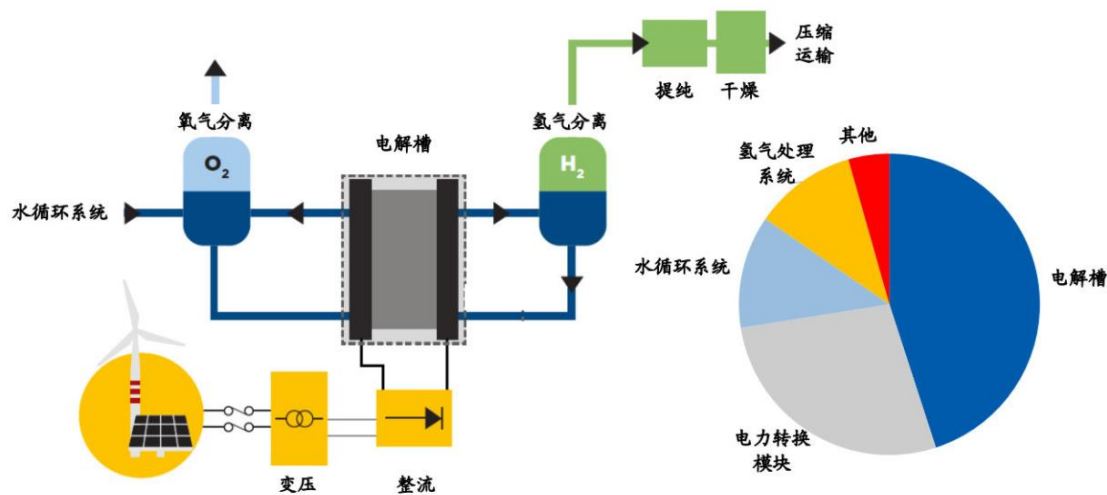
6. 氢能开发

6.2 氢气的制备

➤ 用水制氢

① 水电解制氢

水电解制氢是氢与氧燃烧生成水的逆过程，因此只要提供一定形式的能量，则可使水分解。该技术比较成熟，但成本较高。



6. 氢能开发

6.2 氢气的制备

② 高温热解水制氢

将水加热到 3000°C 以上时，将水分解为氢气和氧气的反应。难点是高温下的热源问题、材料问题等；技术难题是高温和高压。

③ 热化学制氢

是指在水系统中，在不同的温度下，经历一系列不同但又相互关联的化学反应，最终分解为氢气和氧气的过程。反应温度均在 $-800-1000^{\circ}\text{C}$ ，其能耗低于以上两种方法，可大规模生产和实现工业化。

6. 氢能开发

6.2 氢气的制备

➤ 化石燃料制氢

目前世界上商业用的氢大约有96%是从煤、石油和天然气等化石燃料制取的。化石燃料制得的氢主要作为石油、化工、化肥和冶金工业的重要原料，如烃的加氢、重油的冶炼、合成氨和合成甲醇等。



现有氢气工业基础



宁东煤化工基地

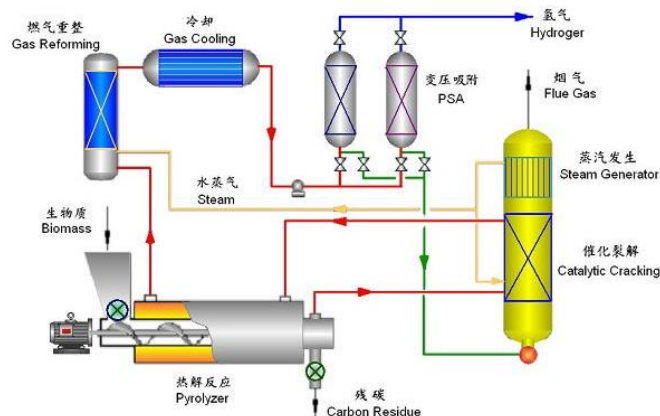
6. 氢能开发

6.2 氢气的制备

➤ 生物质制氢

生物质能的利用主要有**微生物转化**和**热化工转化**两类。

- ◆ 微生物转化主要是产生液体燃料，如甲醇、乙醇和氢气。
- ◆ 热化工转化是在高温下通过化学方法将生物质转化为气体或液体，主要为生物质裂解液化和生物质气化，产生含氢气的气体或液体燃料。

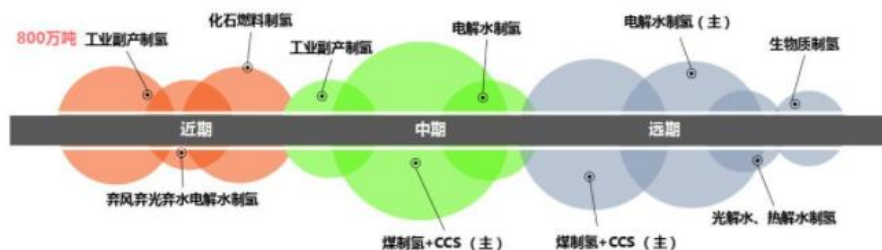


6. 氢能开发

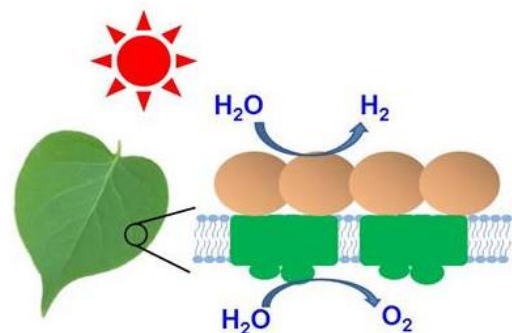
6.2 氢气的制备

➤ 其他制氢方法

随着氢气作为21世纪的理想清洁能源受到世界各国的普遍重视，新的制氢工艺和方法不断涌现。除了以上方法，近年来还出现了氨裂解制氢、新型氧化材料制氢、硫化氢制氢、太阳能直接光电制氢、放射性催化剂制氢等技术，大多处于研究阶段，距离商业化应用还有距离。



未来氢气工业基础

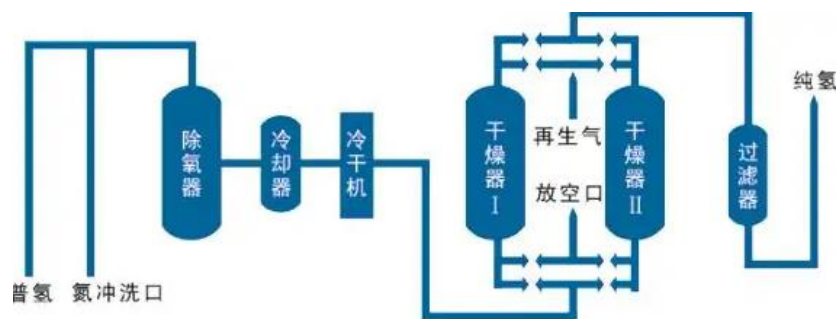


太阳能制氢

6. 氢能开发

6.3 氢气的纯化

- 不论哪种制氢方法，所获得的氢气中都含有杂质，很难满足高纯度氢气应用的要求，需对氢气进一步纯化处理。
- ◆ 氢气的工业纯化方法主要有低温吸附法、低温分离法、变压吸附法和无机膜分离法等。



氢纯化过程



氢纯化装备

6. 氢能开发

6.3 氢气的纯化

◆ 低温吸附法

使待纯化的氢气冷却到液氮温度以下，利用吸附剂对氢气进行选择性吸附以制备含氢量超过99.9999%的超纯氢气。

◆ 低温分离法

可在较大氢体积浓度30%-80%范围内操作，与低温吸附法相比，具有产量大、纯度低和纯化成本低的特点。

6. 氢能开发

6.3 氢气的纯化

◆ 变压吸附法

利用固体吸附剂对不同气体的吸附选择性和气体在吸附剂上的吸附量随压力变化的特点，在一定压力下吸附，再降低被吸附气体分压使被吸附气体解吸，达到吸附氢气中的杂质而使氢纯化。

◆ 无机膜分离法

无机膜在高温下分离气体非常有效，与高分子有机膜相比，无机膜对气体的选择性及在高温下的热膨胀性、强度、抗弯强度等方面优势明显；同时对对于混合气体中某一气体的单一选择性渗透吸附，无机膜具有较高的选择渗透性。

6. 氢能开发

6.4 氢气的运输和存储

➤ 氢气的运输

- ◆ 按照运输时氢气所处的状态，可分为气氢输送、液氢输送和固氢输送。目前，大规模使用的是气氢输送和液氢输送。
- ◆ 气氢可用管网输送和储氢容器装载车、船等运输工具上输送。
- ◆ 液氢一般用储氢容器用车、船进行输送。



液氢公路运输车



液氢铁路运输车

6. 氢能开发

6.4 氢气的运输和存储

➤ 氢气的存储

- ◆ 氢能工业对储氢的要求总体来说是储氢系统要安全、容量大、成本低和使用方便。
- ◆ 氢能的终端用户不同，储氢方式也有差别。终端用户可分两类：一类是民用和工业用气源，需要特大的存储容量；另一类是交通工具的气源，要求较大的储氢密度。
- ◆ 目前的储氢技术主要有加压气态储存、液化储存、金属氢化物储存、非金属氢化物储存等。

6. 氢能开发

6.4 氢气的利用技术

➤ 汽车和飞机的换代燃料

- ◆ 汽车和飞机的换代燃料氢是一种高效燃料，是同质量汽油燃烧后放出能量的3倍左右，且氢燃烧后的主要产物是水，对环境污染少。因此，用氢替代汽油柴油，用之于各种动力，将大大改善人类的生存环境。



6. 氢能开发

6.4 氢气的利用技术

➤ 航天器的动力推进燃料

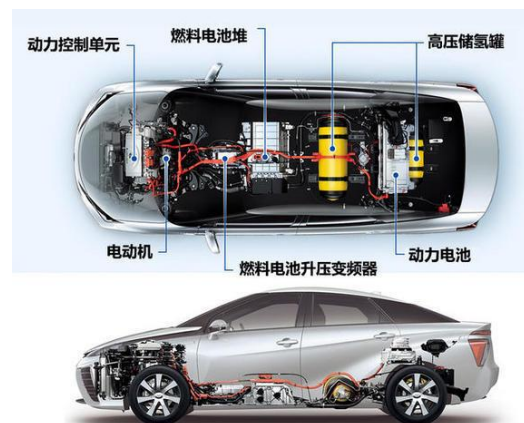
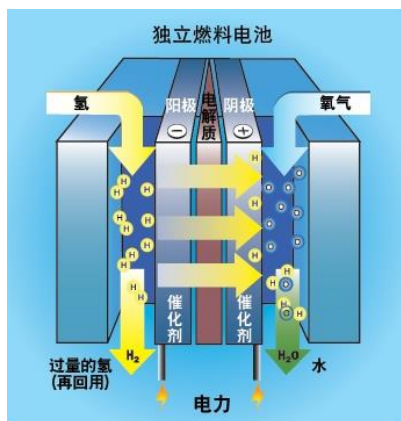
- ◆ 在火箭或航天发动机中，燃烧的液氢能产生巨大的推力，使庞大的火箭载着各种宇航飞行器升上太空。氢的能量密度高，是汽油的三倍，可大大减轻燃料重量，增加火箭的荷质比，使航天器能顺利升入太空。



6. 氢能开发

6.4 氢气的利用技术

- 氢能发电利用 — 氢能发电主要有两种方法。
- ◆ 一是采用火箭型的内燃发动机，组成氢氧发电机组，构成常规电网的调峰电站。这种电站类似于火电站，只是用氢作为燃料。
- ◆ 另一种是利用氢作燃料，通过燃料电池发电。与普通电池一样，将化学能直接转变成电能的化学装置。



6. 氢能开发

6.5 氢能的发展前景

- 氢能具有清洁、无污染、高效率、储存及输送性能好等优点，赢得了世界各国的广泛关注。
- 规划和实施氢能发展战略时，要具有综合大系统的理念。根据氢能终端用户的特点和要求，选择合适的氢能生产、储运和转化的技术路线，降低供能成本。
- 氢能在21世纪有望成为起主导地位的新能源，掌握了氢能的应用技术，就占领了新能源的战略制高点，就会对经济可持续发展提供可持续的能源供应。

思考题

- 1、何为生物质能？其发展前景如何？
- 2、氢能的优点是什么？
- 3、主要制氢方法及氢气的利用技术？



谢谢大家

