



# 赛鼎公司生物质气化制绿色甲醇技术开发进展

汇报人：刘 航

—— 2024年8月 ——

# 目 录

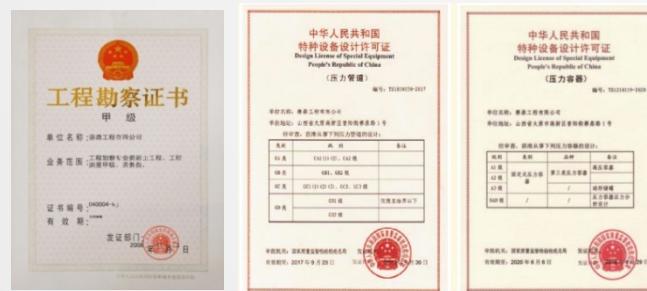
## CONTENTS



- 01 绿色甲醇产业发展前景
- 02 绿色甲醇技术工艺介绍
- 03 绿色甲醇成本核算
- 04 赛鼎公司绿色产业进展情况

# 中国化学赛鼎工程有限公司概况

赛鼎工程有限公司隶属于中国化学工程集团公司，是我国首批成立大型国家级设计院，2011年取得住建部颁发的[工程设计综合资质甲级](#)，该资质为工程建设领域最高等级资质。



中国化学·赛鼎工程有限公司  
CNCFC·SEDINENGINEERINGCO. LTD  
中国化学 · 赛鼎工程有限公司

# 中国化学赛鼎工程有限公司概况

## ● 工程总承包

EPC Projects Contracting

## ● 项目前期工作及咨询服务

Projects Preparatory Work

## ● 技术开发

## Technological Development

## ● 工程设计

Engineering Design

## ● 工程施工监理

Project construction supervision

## ● 工程勘察

Engineering Exploration

## ● 工程招标代理

Project tendering agency

## ● 专利及专有技术转让

Transfer of Patents and Know-how

## ● 环境影响评估

Environmental impact assessment



工程咨询



工程设计



工程勘察



安全评价



工程总承包



信息化服务



工程招标代理



技术开发



环境影响评估



工程施工监理



专利及专有技术转让



环境工程

# PART ONE

1

## 绿色甲醇产业发展前景

# 一、绿色甲醇产业发展前景

## 1.1 产业背景

### 碳中和

全球正面临气候变化危机，“热岛效应”“温室效应”对地球生态系统和人类社会发展构成了严重威胁；  
世界各国开始提倡“碳中和”理念：

### 国内方向

理念：新质生产力；  
标准：《工业领域碳达峰碳中和标准体系建设指南》；  
措施：新能源（发电、制氢）、减污降碳及国土绿化。

美国，对进口排放密集型产品征收二氧化碳排放关税；  
欧盟，碳边境调节机制CBAM，  
2023年10月试运行，2026年正式实施。

### 碳关税



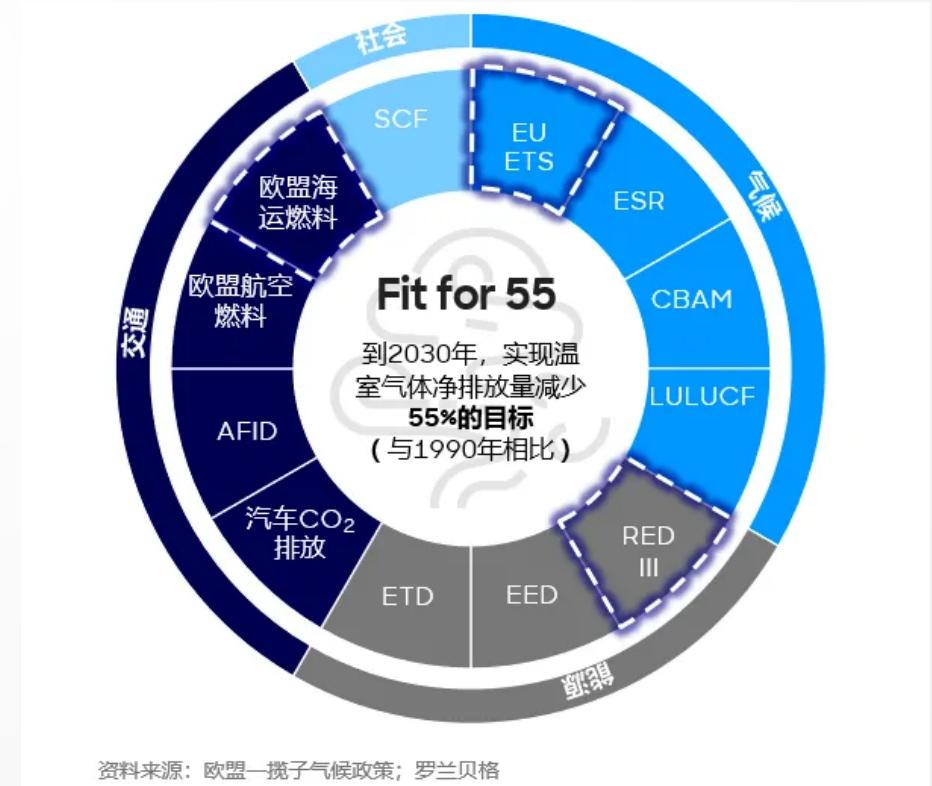
### 风光制氢政策

# 一、绿色甲醇产业发展前景

## 1.2 欧盟的碳中和政策

国际上，欧盟在气候中性上的政策和目标上最为激进，制定了一系列细化的目标、法规和实行办法激励成员国进行过渡，同时约束非成员国在参与贸易的过程中遵循相关要求。截至2023年，欧盟在绿色低碳领域方面的投资规划已经超过千亿欧元，用以支撑其提出的碳中和政策。

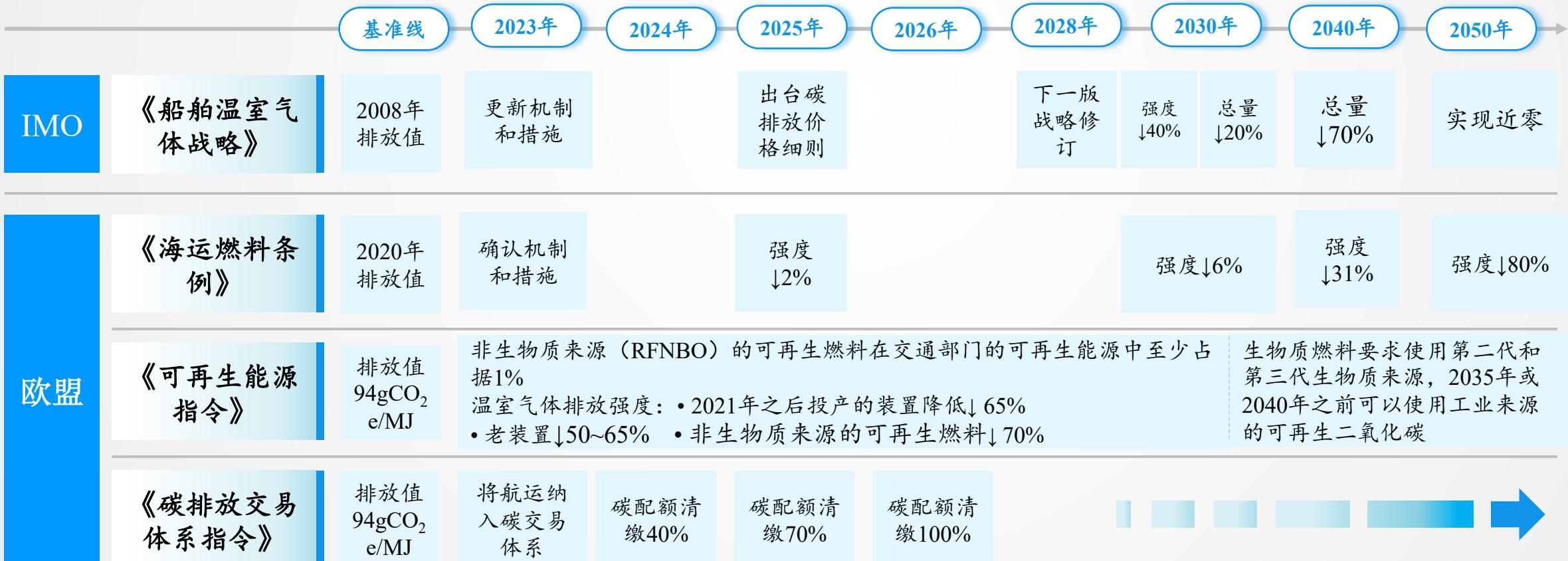
欧盟推出“Fit for 55”一揽子气候政策，其中可持续海运燃料、欧盟排放交易体系指令（EUETS）、可再生能源指令（RED III）等政策是推动绿醇需求的核心政策，敦促各界产业参与者积极寻找低碳可再生的解决方案。



资料来源：欧盟一揽子气候政策；罗兰贝格

# 一、绿色甲醇产业发展前景

## 1.2 欧盟的碳中和政策对海上运输业的影响

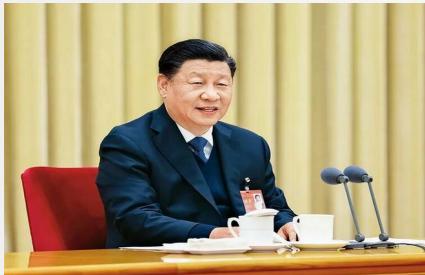


资料来源：案头研究，罗兰贝格

中国化学·赛鼎工程有限公司  
CNCEC·SEIN ENGINEERING CO., LTD

# 一、绿色甲醇产业发展前景

## 1.3 锚定“双碳目标”实现绿色循环发展



- ✓ 2020年9月22第七十五届联合国大会上，习近平主席郑重宣布：“中国将提高国家自主贡献力量，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”
- ✓ 《2024—2025年节能降碳行动方案》指出，2024年，单位国内生产总值能源消耗和二氧化碳排放分别降低2.5%左右、3.9%左右，规模以上工业单位增加值能源消耗降低3.5%左右，非化石能源消费占比达到18.9%左右，重点领域和行业节能降碳改造形成节能量约5000万吨标准煤、减排二氧化碳约1.3亿吨。2025年，非化石能源消费占比达到20%左右，重点领域和行业节能降碳改造形成节能量约5000万吨标准煤、减排二氧化碳约1.3亿吨，尽最大努力完成“十四五”节能降碳约束性指标。
- ✓ 习近平总书记指出：“绿色发展是高质量发展的底色，新质生产力本身就是绿色生产力。”

# 一、绿色甲醇产业发展前景

## 1.3 发展海运业的必然要求

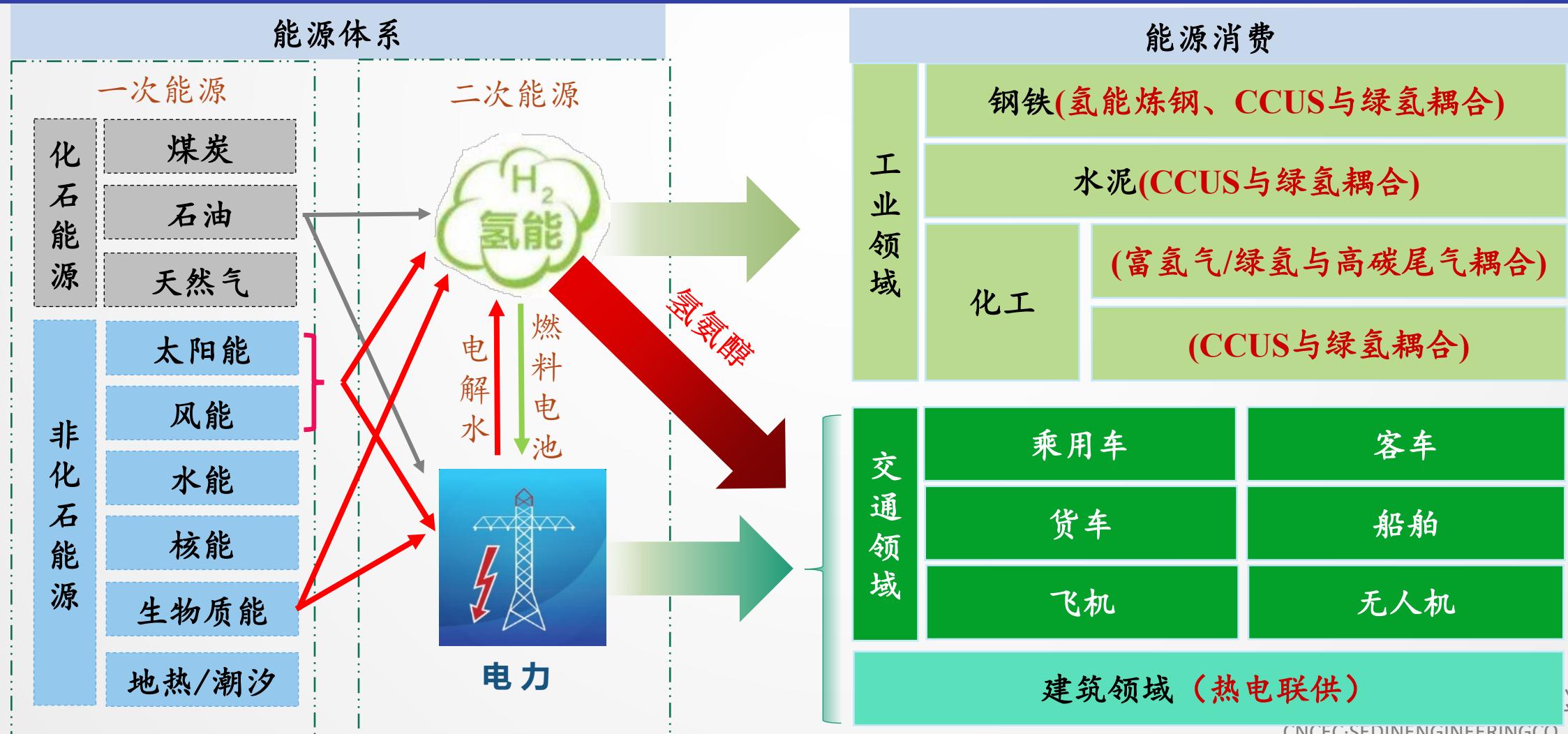
国际海事组织（IMO）海上环境保护委员会第80届会议（MEPC 80）于2023年7月3日至7日通过的《2023年IMO船舶温室气体（GHG）减排战略》

- 1、GHG减排新目标：**国际海运温室气体排放尽快达峰，并考虑到不同国情，在接近2050年前后达到净零排放。
- 2、零/近零温室气体排放技术、燃料和/或能源占比目标：**到2030年，零/近零温室气体排放技术、燃料和/或能源使用占比至少达到5%，并力争达到10%。
- 3、作为“指示性校核点”：**（1）到2030年，国际海运温室气体年度排放总量比2008年至少降低20%，并力争降低30%；（2）到2040年，国际海运温室气体年度排放总量比2008年至少降低70%，并力争降低80%。（注：上述目标与校核点均应根据IMO制定的《船用燃料生命周期温室气体强度导则》中的能源系统边界考虑Well-to-Wake温室气体排放。）

中国作为国际海事组织A类理事国，必然要遵循碳减排要求，因此作为负责任的大国，开发绿色能源石未来不有之路。

# 一、绿色产业发展前景介绍

## 1.4 新能源发电的发展现状



# 一、绿色甲醇产业发展前景

## 1.5 绿色甲醇-国际绿醇产业

### 绿醇标准

01

国际标准对“绿色”甲醇的要求是参比化石燃料温室气体排放 (94g CO<sub>2</sub>eq/MJ当量兆焦耳) 降低>70%，即<28.2g CO<sub>2</sub>eq/MJ当量兆焦耳，此数值包含了生产绿色甲醇的全生命周期过程 (包括原料收集、加工过程、运输和分销、排放等)。

### 绿醇生产概况

02

世界首家商业运营的二氧化碳制甲醇工厂为CRI公司在冰岛建设的乔治奥拉工厂，2015年稳定运行至今，甲醇产能4000t/年。

丹麦欧洲能源公司 (European Energy) 近期从丹麦绿色投资基金 (DGIF) 获得5300万欧元，用于在丹麦Kassø建造32000t/年绿色电子甲醇。

### 绿醇市场前景

03

全球船舶航运业特别加大了对节能减排的实施力度，使用清洁船舶燃料是最有效手段。在2022年10月使用甲醇燃料的大型集装箱船舶新船订单首次超过了同船型LNG双燃料船舶订单。

马士基已经设定到2040年所有业务实现净零排放。

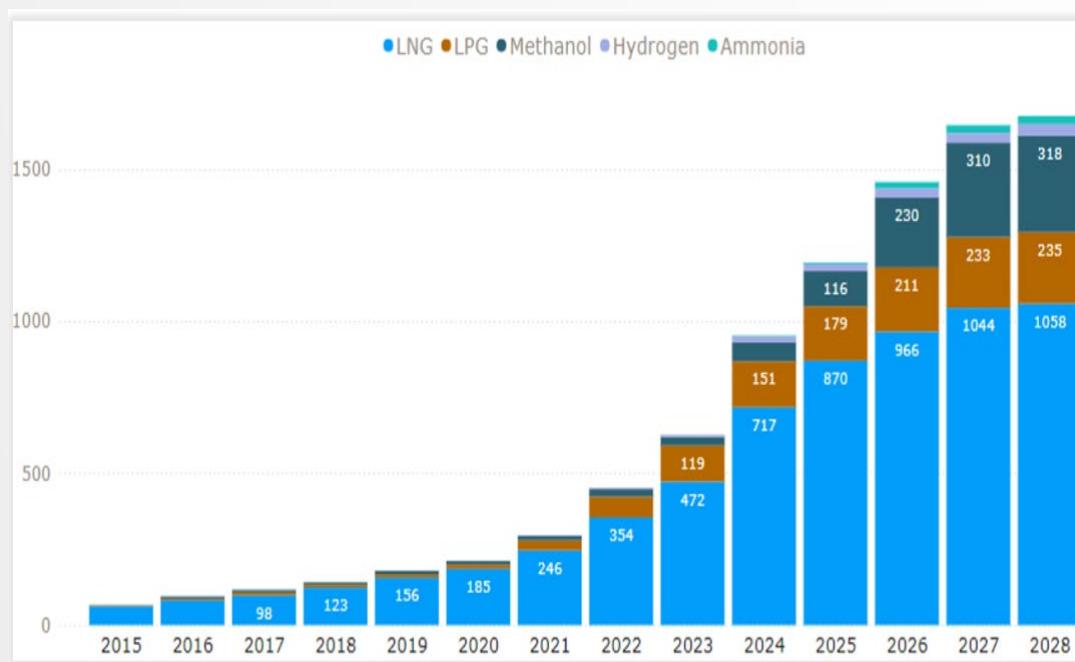
远期航运业绿色甲醇需求量将接近1亿吨/年。

# 一、绿色甲醇产业发展前景

## 1.6 绿色甲醇-国际绿醇产业

在欧盟碳关税和国际海事组织碳减排的双重驱动下，全球航运的能源变革已经开始，航运业将采用绿色低碳替代燃料真正实现净零排放，各个航运公司已开始积极探索多种能源替代方案。

不完全统计，截止目前为止，已经选择或有明确意向选择绿色甲醇作为燃料的航运公司的现有船舶+订单共计318艘。



船舶公司	近期(3-5a)绿色甲醇需求量	远期(5-10a)绿色甲醇需求量
马士基	$73 \times 10^4$ t/a	$600 \times 10^4$ t/a
中远海运	$88 \times 10^4$ t/a	$700 \times 10^4$ t/a
达飞轮船	$96 \times 10^4$ t/a	$480 \times 10^4$ t/a
韩国航运公司HMM	$27 \times 10^4$ t/a	$216 \times 10^4$ t/a
德国赫伯罗特	$12 \times 10^4$ t/a	$96 \times 10^4$ t/a
X-Press Feeders	$8 \times 10^4$ t/a	$64 \times 10^4$ t/a
MPC	$1 \times 10^4$ t/a	$8 \times 10^4$ t/a
Danaos	$10 \times 10^4$ t/a	$80 \times 10^4$ t/a
总计	$315 \times 10^4$ t/a	$2244 \times 10^4$ t/a

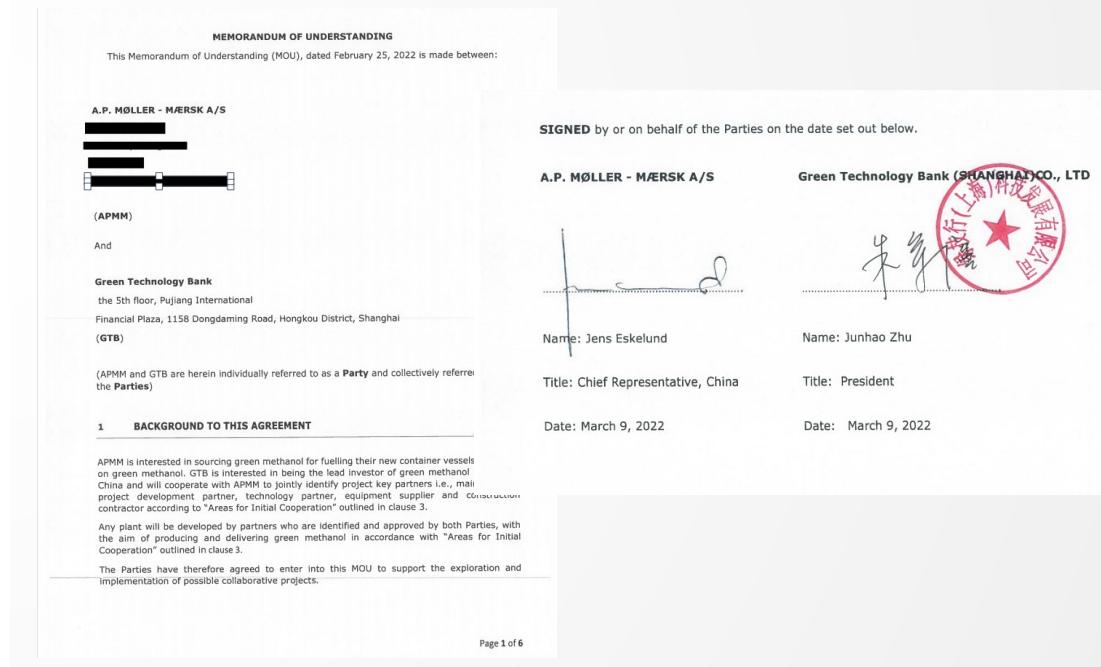
数据来源：DNV AFI 7月1日公布数据

# 一、绿色甲醇产业发展前景

## 1.7 绿色甲醇-绿色甲醇市场

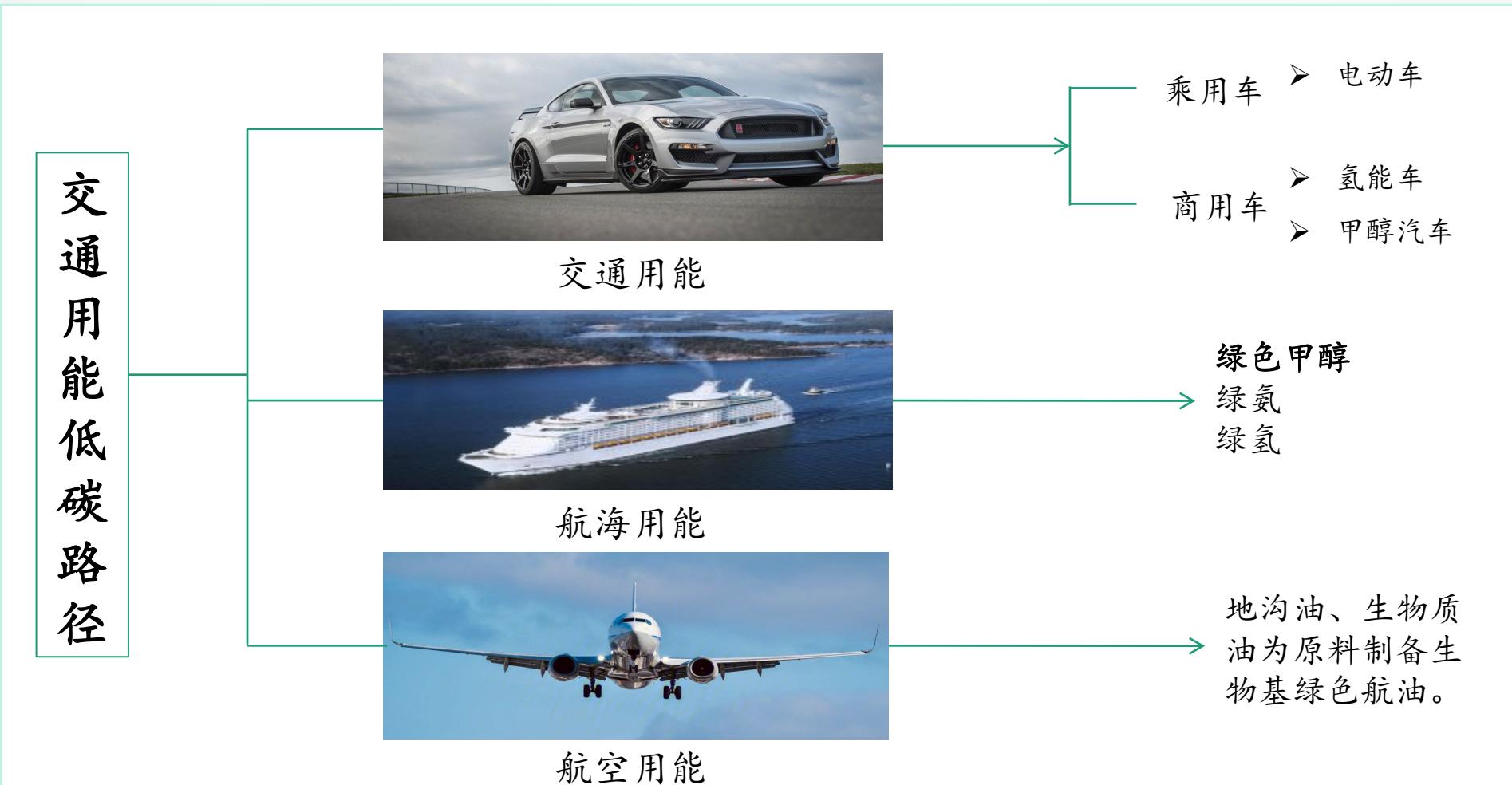
战略合作伙伴	燃料类型	2024年底产能(吨/年)	2025年底产能(吨/年)	2025年后产能(吨/年)	地区
<b>CIMC ENRIC</b>	生物质甲醇	5万		20万	中国
<b>European Energy</b>	电制甲醇		20-30万		北美&南美
<b>Green Technology Bank</b>	生物质甲醇	5万		30万	中国
<b>Orsted</b>	电制甲醇		30万		北美
<b>Proman</b>	生物质甲醇&电制甲醇		10万		北美
<b>WasteFuel</b>	生物质甲醇	3万			南美
		13万	60-70万	50万	

短期全球航运业绿色甲醇需求量超过300万吨/年，远期需求量将接近1亿吨/年，其中接近5000万吨/年的绿色甲醇计划在中国采购。



# 一、绿色产业发展前景介绍

## 1.8 绿色甲醇是交通领域双碳路径的必然选择



# PART TWO

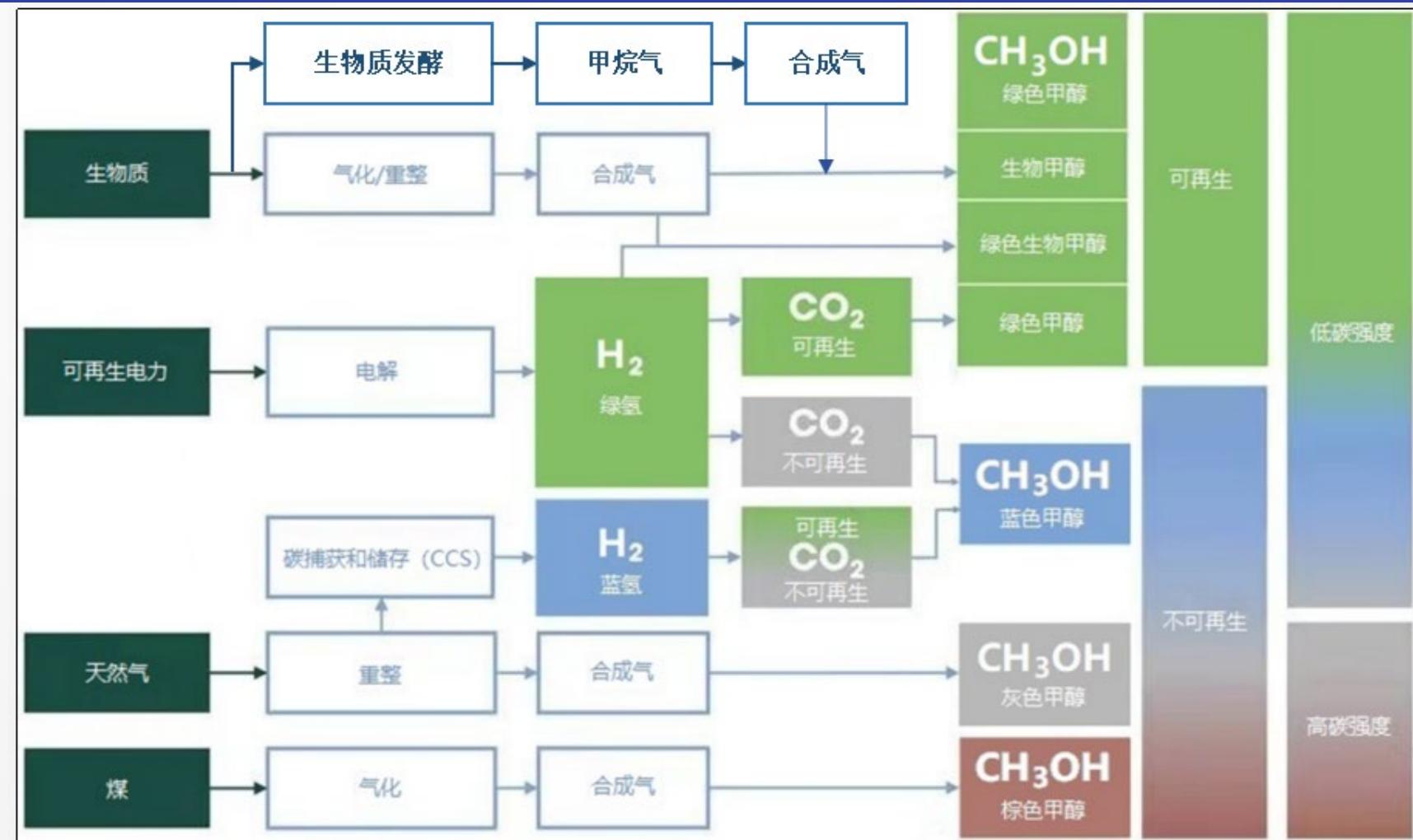


## 绿色甲醇技术工艺介绍

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.1 绿色甲醇制备线路

- ◆ 通用的绿色甲醇生产线路主要有四种：生物质气化制备绿色甲醇、生物质发酵“甲烷+转化”合成气制甲醇、水电解制氢+绿色CO<sub>2</sub>制甲醇和生物质气化耦合水电解制氢制备绿色甲醇四种路线。



## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.2 欧盟可再生醇定义

欧盟《可再生能源指令 (REDII)》的补充条例中提出，考虑脱碳进程，在短期内，利用已计入欧盟排放交易体系，在工业中捕集获得的二氧化碳制备的甲醇可以暂认为“可再生甲醇” (Renewable Methanol)，但全生命周期碳排放不超过28.2克二氧化碳当量/兆焦 (3.4千克二氧化碳当量/千克氢气)，可用于生物质气化的生物基原料如下表所示：

可再生能源指令的附件IX规定的生物基原料清单

序号	品类	序号	品类	序号	品类
1	陆地培养的藻类	7	棕榈油厂废油和棕榈壳	13	其他植物壳类
2	市政生物废物	8	松香沥青	14	玉米芯
3	家庭生物废物	9	粗甘油	15	林业废物和残留物的生物质部分
4	不适合用于食品或饲料链的工业废物的生物质部分	10	蔗渣	16	其他非食品纤维素材料
5	秸秆	11	葡萄渣和酒糟	17	其他木质纤维素材料，除了锯材和单板原木
6	动物粪便和污水处理污泥	12	坚果壳		中国化学·赛鼎工程有限公司 CNCEC·SEGINENGINEERINGCO.,LTD

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

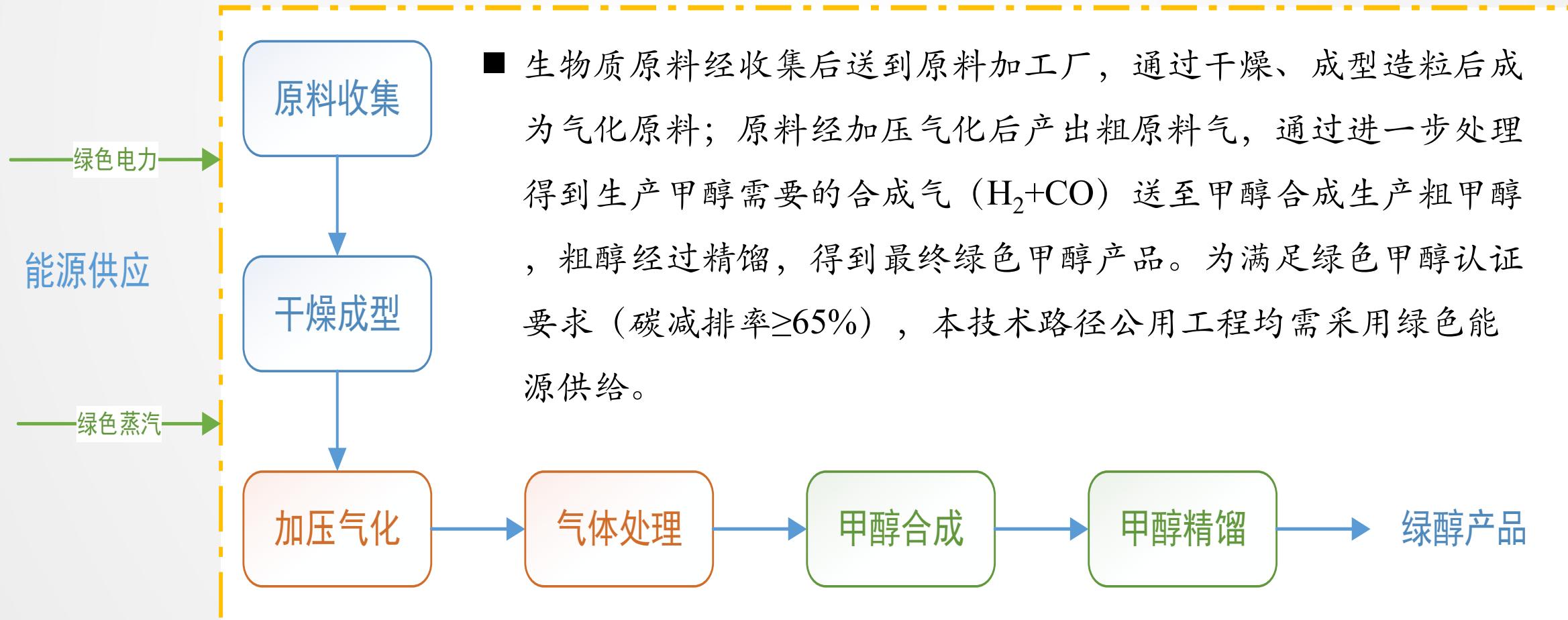
### 2.3 绿色甲醇制备线路对比

四种绿色甲醇合成线路对比

参数	生物质气化	生物质发酵	绿色CO <sub>2</sub> +绿氢	生物质和绿氢耦合
原材料可获得性	秸秆等农作物容易获得,但收储渠道和价格有不确定性;畜牧粪便可作为发酵技术的原料,但废渣和废液做农业肥无标准和可靠技术。		依赖可再生能源和绿色二氧化碳捕集	依赖生物质、可再生能源。
技术可获得性	技术相对成熟,集成工艺难度低	发酵技术成熟	技术相对成熟并持续进步	核心技术相对成熟,系统集成难。
规模化生产成熟度	有谋划中的商业规模化项目	规模效应低	有谋划中的商业规模化项目	有谋划中的商业规模化项目
未来降本潜力	技术优化、原材料	降本潜力低	储能、电解槽和控制效率的提升。	依托生物质、大量可再生能源和水电解技术进步
地域限制	中等(农林资源富集地区)		中等(绿电富集)	高(农林、绿电均需富集)
存在问题	生物质收集;生物质预处理;原料多元化:大规模投资以实现规模效应降本。	经济性较差、规模小、大占地较大副产的废液和废渣利用途径无标准;	绿氢成本高;需要储氢罐和储能客服波动,将导致增加20%-30%固定资产投资;需要智能系统整合调配综合能源;二氧化碳加氢原子经济性差; 二氧化碳加氢单程转化率低。	生物质收集;绿氢成本高;需要储氢罐和储能客服波动,将导致增加20%-30%固定资产投资;需要智能系统整合调配综合能源;二氧化碳加氢原子经济性差; 二氧化碳加氢单程转化率低。
发展方向	建立稳定的、大规模的生物质收购渠道;改进生物质预处理技术以增加后续工艺流程效率;生物质气化过程中余热和余压回收,进一步提高能效。原料适应性预处理和气化技术的开发,满足原料多元化(垃圾、污泥等低碳原料)的要求。		新能源降本增效; 电解降本增效; 催化剂进步; 储能降本增效; 储氢技术进步; 智慧能源系统; 碳捕集降本。	结合生物质制及电制的进步方向

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

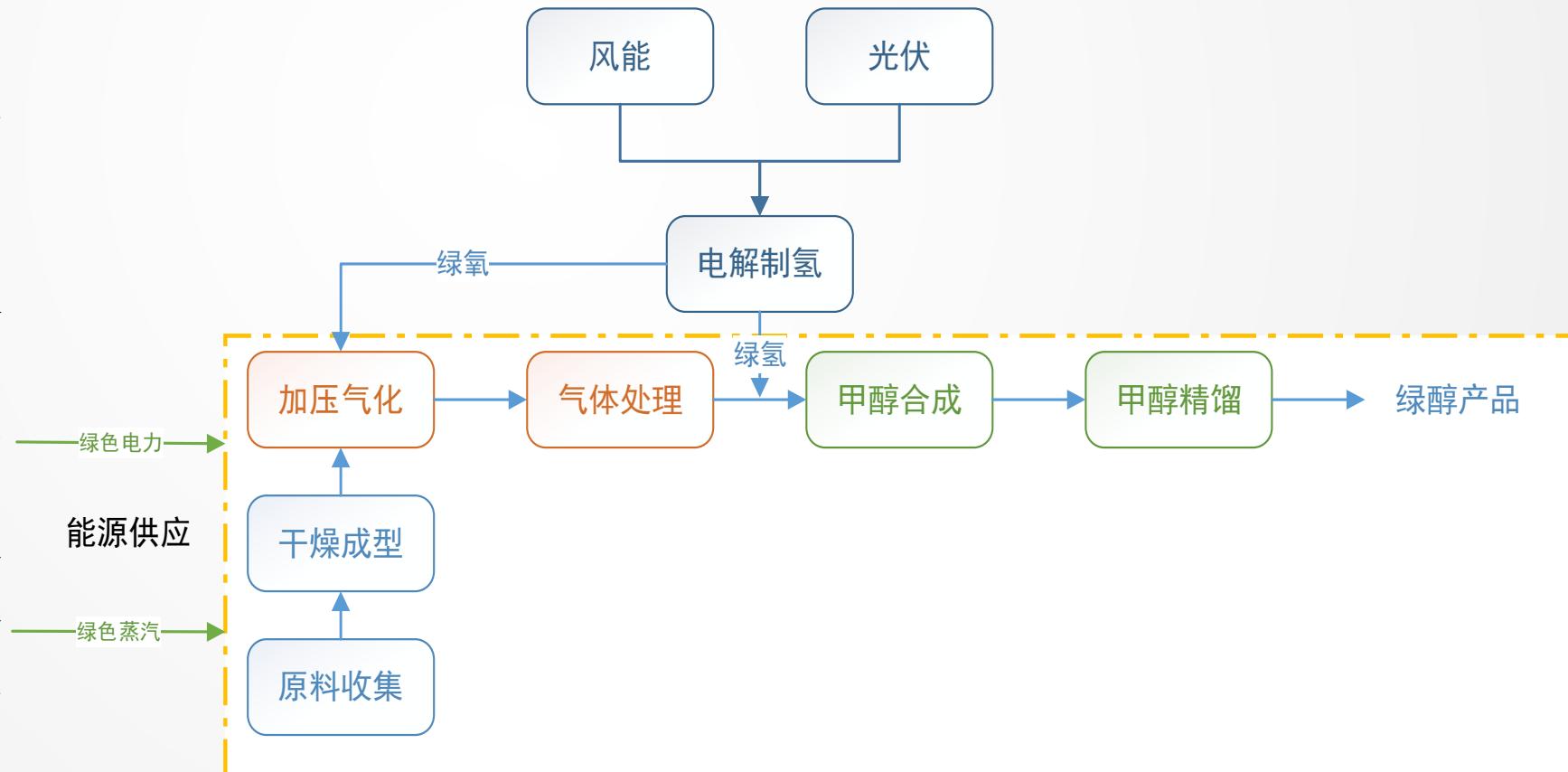
### 2.3 生物质/生物基废弃物气化制备绿色甲醇



## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

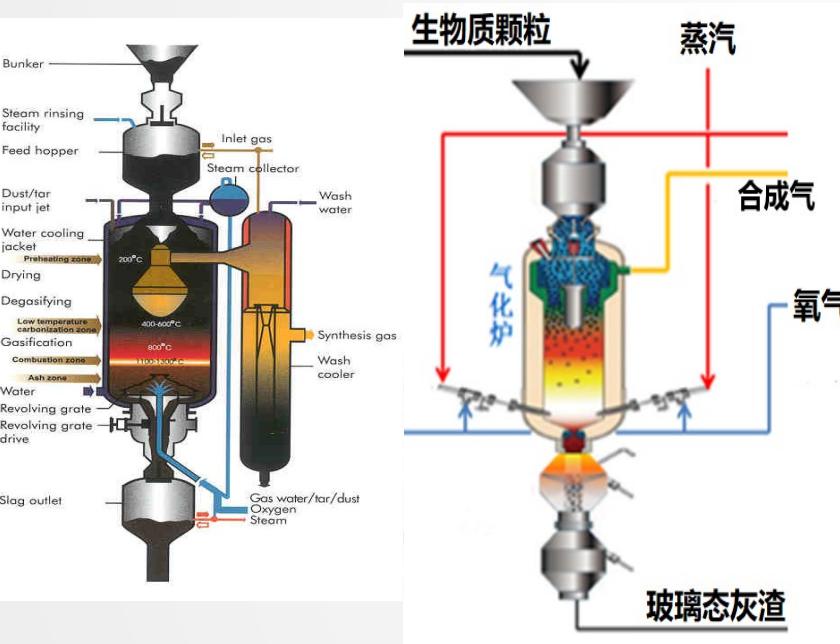
### 2.3 生物质气化耦合水电解制氢合成绿色甲醇

■ 为合理利用生物质中的碳源。将生物质气化和水电解制氢工艺进行耦合。新能源产生的部分绿电通过能源管理系统作为装置生产用电，部分绿电通过水电解产生氢气用于甲醇合成，水电解产生的绿氧可用于生物质气化，从能源端、物料端均实现了生物质气化和水电解制氢的耦合。该工艺目前是解决新能源离网消纳的最佳路径，适合于较大绿氢规模生产的企业。



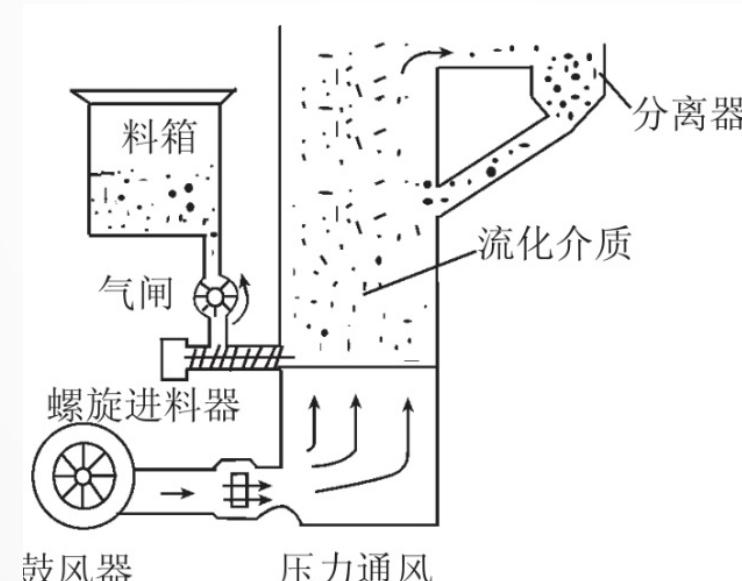
## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.4 不同生物质气化技术的对比



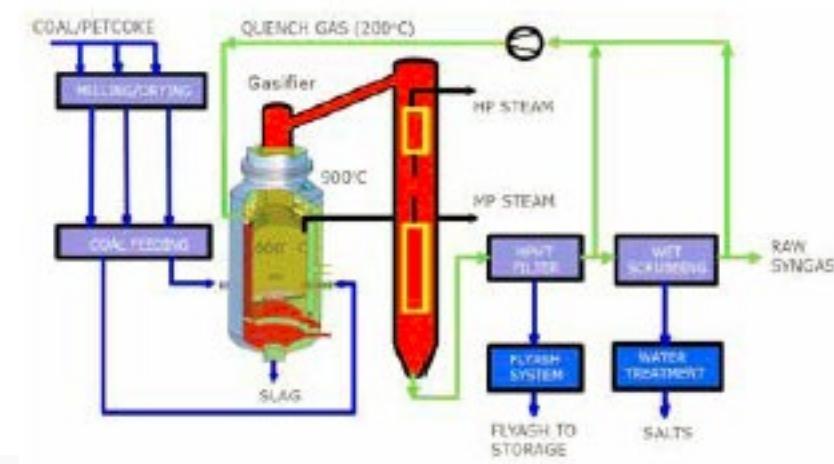
固定床气化炉

生物质原料由炉顶的加料口投入炉内，作为气化剂的蒸汽和氧气由底部进风口进入炉内。



循环流化床气化炉

在燃气出口处设有旋风分离器或袋式分离器，将燃气携带的碳粒和沙子分离出来，返回气化炉中再次参加反应。



干粉气化炉

由干粉输送、多烧嘴、旋流场、水冷壁、干法除尘等多个部分组成（需要对生物质先进行烘焙处理）。

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.4 不同生物质气化技术的对比

#### ■ 固定床床气化技术

固定床气化采用常规造粒工艺先将生物质毛料制备成白颗粒（直径1-3cm），然后白颗粒在固定床熔渣气化炉进行气化，气化后的粗合成气经过POX将合成气中的低碳烃和焦油全部转化为 $\text{CO}+\text{H}_2$ 后送出界区。



生物质造粒+固定床气化工艺图

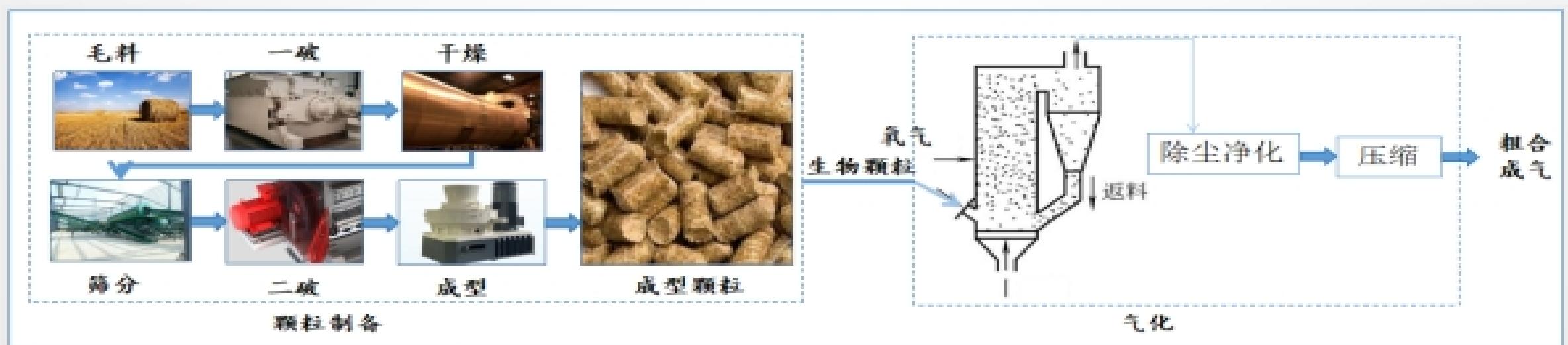
中国化学·赛鼎工程有限公司  
CNCEC·SEGINENGINEERINGCO.,LTD

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.4 不同生物质气化技术的对比

#### ■ 流化床气化技术

流化床气化采用常规造粒工艺先将生物质毛料制备成白颗粒（直径8mm），然后白颗粒在流化床气化炉进行气化，气化后的含少量焦油和一定浓度低碳烃的粗合成气经过高温除尘、净化和压缩后送出界区。



生物质造粒+流化床气化工艺图

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.4 不同生物质气化技术的对比

#### ■ 气流床气化技术

气流床气化原料处理为先将生物质毛料制备成块料，然后将块料在生物质烘焙炉中（250-280 °C）进行烘焙，破坏其生物质纤维结构后得到黑颗粒，黑颗粒经制粉得到0.5 mm以下后进入气化炉，气化后的粗合成气经过高温除尘、净化送出界区。



生物质造粒+流化床气化工艺图

中国化学·赛鼎工程有限公司  
CNCEC·SEGINENGINEERINGCO.,LTD

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

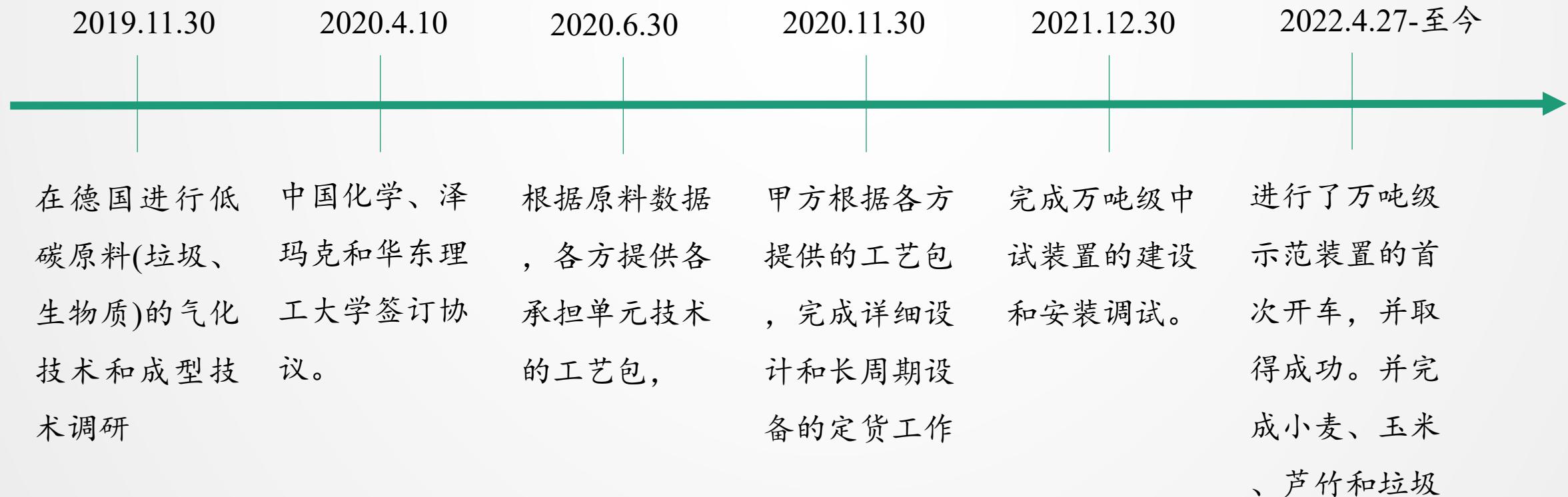
### 2.4 不同生物质气化技术的对比

序号	对比内容	固定床熔渣10万吨	气流床10万吨	流化床10万吨
1	技术成熟度			
1.1	国外投产业绩	德国黑水泵厂以生物质和垃圾等为原料进行10年，生产近100万吨甲醇；	未见报道	荷兰ICO，甲醇合成采用生物发酵法进行；
1.2	国内是否有中试示范	万吨级示范装置(2021年鲁南)；	未见报道	未见报道（隆基）
1.3	是否完成试烧	完成玉米、小麦、水稻、芦竹和垃圾试烧；	未见报道	未见报道（隆基）
2	流程配置			
2.1	工艺流程配置	颗粒制备+气化；	初造粒+烘焙+制粉+气化；	颗粒制备+气化装置；
2.2	颗粒预处理	颗粒制备工艺成熟，工业运行装置多；行业成熟，颗粒可直接采购，造粒成熟；	满足气化的烘焙技术未见运行，投资高，生物炭能否满足气化的需求有待考量；	颗粒制备工艺成熟，工业运行装置多；行业成熟，颗粒可直接采购，也可以新上制备装置；
2.3	原料利用率	生物质全部转化为合成气( $CO+H_2$ 78%)，生物质的利用率高；	生物质在碳化过程中的生物炭颗粒的收率仅有50-68%，其生物质的利用率较低；	生物质部分转化为合成气( $CO+H_2$ 68%)，还有5.3%的 $CH_4$ 、还有焦油、生物质的利用较低；
3	发展方向	提升余热利用；多元化低碳原料气化开发；	开发低成本的烘焙技术；开发大型气化炉，降本可能；	开发可靠的后净化系统；开发加压气化；3.开发大型气化炉

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.5 赛鼎公司固定床生物质气化技术

#### ◆ 万吨级生物质气化装置发展历程



## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.5 固定床生物质气化技术

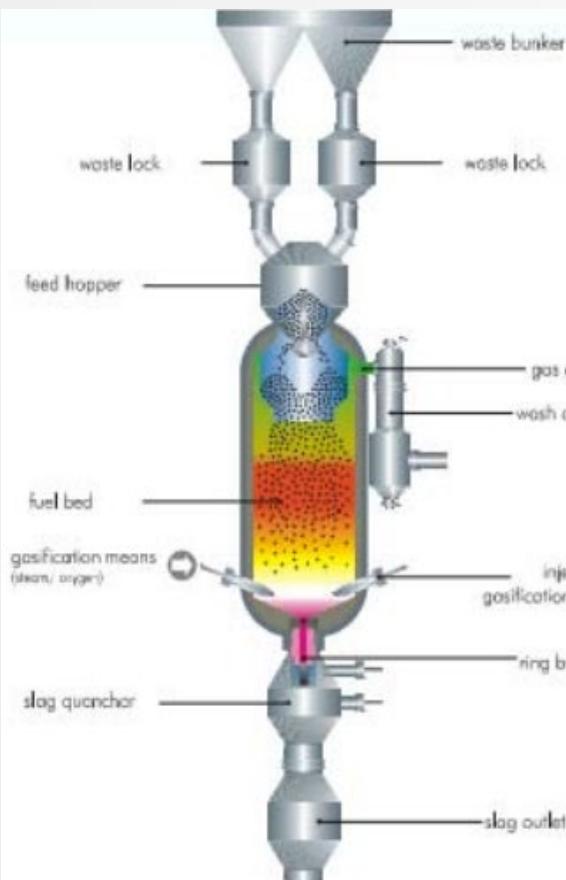
#### ◆ 德国黑水泵垃圾熔渣气化厂



## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.5 固定床生物质气化技术

#### 气化炉参数



##### Gasifier:

##### —System data设备参数

Diameter 直径: 3.6m

Pressure 压力: 25bar

Double jacket water cooled 双层水夹套冷却

##### —Operation data运行参数

Throughput 处理量 35t/h

Series of input 喂料频率 6-9/h

Gas quantity 合成气产量 35,000Nm<sup>3</sup>/h

Temperature 反应温度 1,600°C

Oxygen 耗氧量 6,000Nm<sup>3</sup>/hr

Steam 蒸汽消耗 6-9t/hr

Gas outlet 合成气出口温度 500-700°C

#### 黑水泵工厂处理废弃物量(2000年6月-2007年5月)

Solids 固态	
Usedplastics 塑料废弃物	900,000t
Sewagesludge 污泥	120,000t
Contaminatedwood 木材废料	225,000t
Treateddomesticwaste(RDF) 生活垃圾二次燃料	295,000t
Pelletsfromtarandsewagesludge 污泥和焦油渣造球	160,000t
Shredderresidue 碎料	20,000t
Others 其它	95,000t
Fluids 液态	
Contaminatedoils,Oil- /watermixturesMixturesfromsolvents 废油, 含油污水	1,300,000t

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.5 赛鼎公司固定床生物质气化技术

#### ◆ 万吨级生物质气化装置基本情况



赛鼎建成国内首个万吨级垃圾/生物质气化中试试验装置。

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

### 2.5 赛鼎公司固定床生物质气化技术

#### ◆ 万吨级生物质气化装置-基础数据采集情况

一次试验：

首次试烧成功，进行的垃圾气化；

二次试验：

小麦秸秆颗粒；

三次试验：

芦竹和玉米秸秆颗粒

四次试验：

玉米秸秆及水稻秸秆颗粒

已经采集完城市生活干垃圾、芦竹、玉米、水稻试烧数据

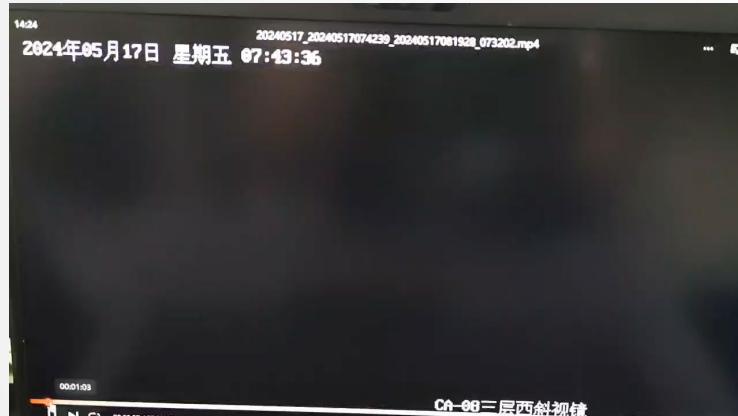


工程有限公司

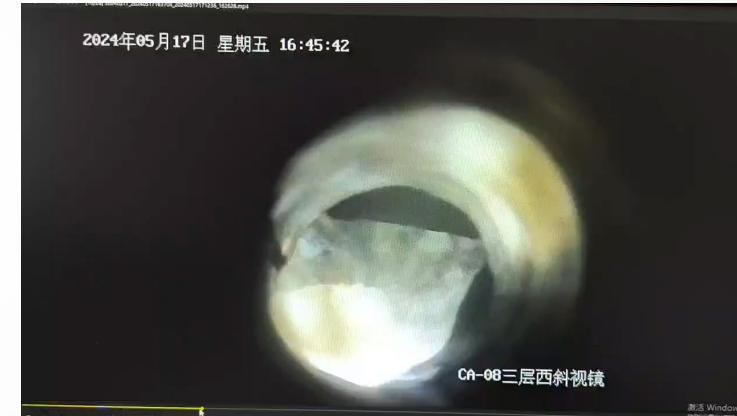
CNCEC·SEDI ENGINEERING CO., LTD

## 二、绿色甲醇的技术工艺介绍

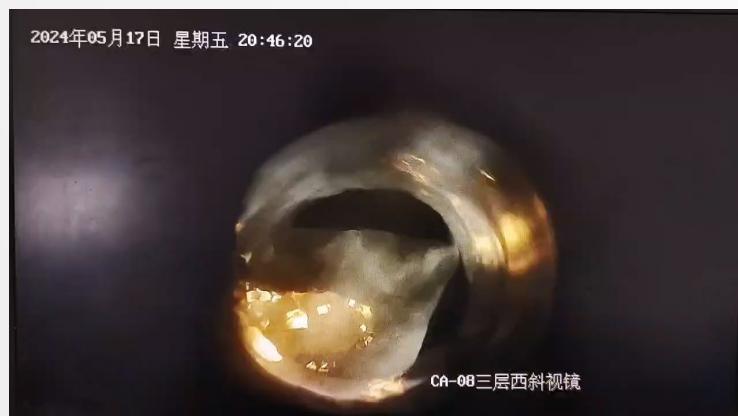
### 2.5 赛鼎公司固定床生物质气化技术



点火视频



第一次下渣视频



过程下渣视频



中国化学·赛鼎工程有限公司  
试验后期下渣视频  
CNEC·SEDIENGINEERINGCO.,LTD

# PART THREE

3

## 绿色甲醇成本核算

### 三、绿色甲醇成本核算

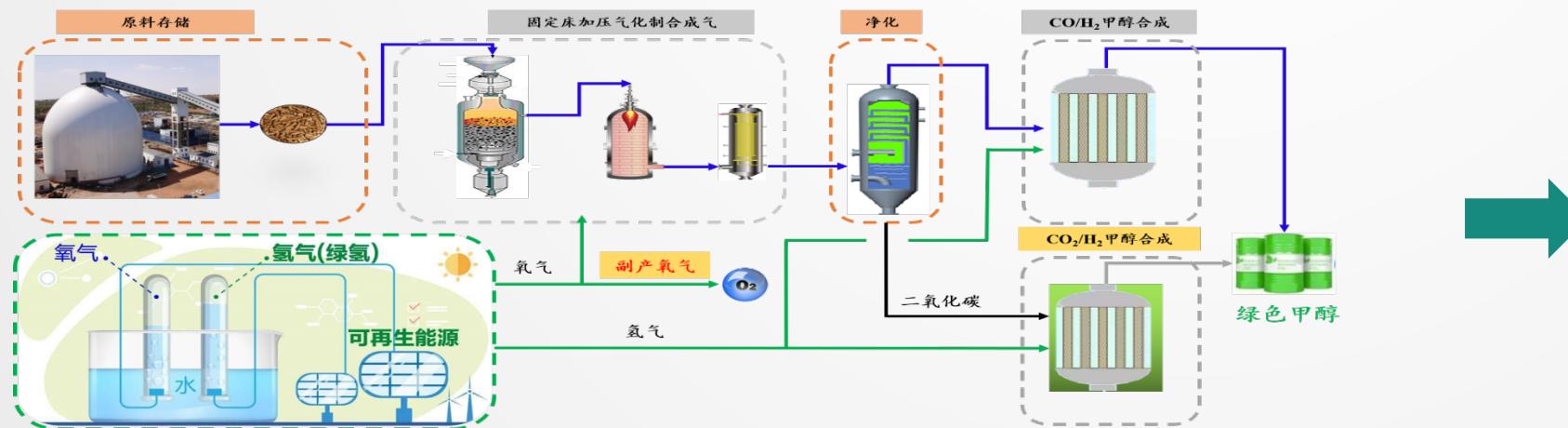
#### 3.1 绿色甲醇全周期介绍

■ 绿色甲醇的全周期分为以下几个部分：生物质加工、绿色甲醇生产、绿色甲醇运输。

生物质原料收储、制备及运输成本



绿色甲醇生产过程成本



产品运输成本



中国化学·赛鼎工程有限公司  
CNCEC·SE DIN ENGINEERING CO., LTD

### 三、绿色甲醇成本核算

#### 3.2 生物质/生物基废弃物气化制备绿色甲醇

生物质气化制绿色甲醇，以玉米秸秆为原料时，生产每吨甲醇的生物质消耗量约为2.5吨，当生物质颗粒价格在300~800元/吨波动时，绿色甲醇成本见下表。

不同原料价格条件下生物质气化制甲醇成本构成（不含税）

生物质成本元/吨	原料成本元/吨	电元/吨	公用工程及辅助材料元/吨	制造费用元/吨	财务费用、管理费用及其他费用元/吨	生产成本元/吨
300	750	588	240	859	158	2595
400	1000	588	240	859	158	2845
500	1250	588	240	859	158	3095
600	1500	588	240	859	158	3345
700	1750	588	240	859	158	3595
800	2000	588	240	859	158	3845

### 三、绿色甲醇成本核算

#### 3.3 生物质气化耦合水电解制氢合成绿色甲醇

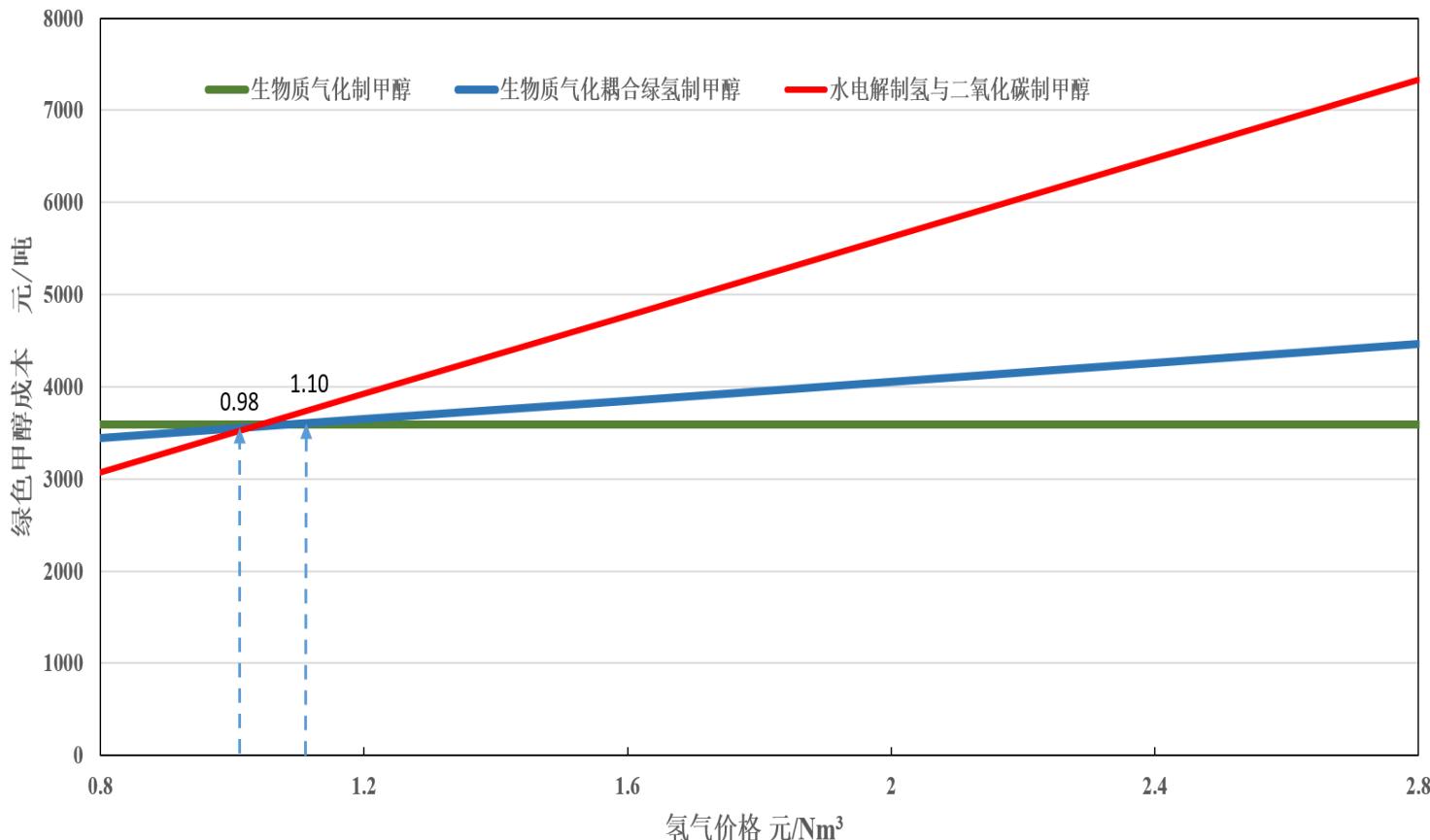
目前水电解制氢成本在20~30元/kg，随着技术迭代升级电制氢成本有望继续下探，按照绿氢成本在0.8元/Nm<sup>3</sup>至2.8元/Nm<sup>3</sup>，生物质（以玉米秸秆为例）价格在300~800元/吨测算绿色甲醇生产成本如下：

不同原料价格条件下生物质气化耦合绿氢制甲醇成本构成（不含税）

绿色甲醇成本 元/吨	氢气价格 元/Nm <sup>3</sup>					
	0.8	1.2	1.6	2	2.4	2.8
300	2336	2541	2746	2951	3155	3360
400	2613	2817	3022	3227	3432	3637
生物质价格 元/吨	500	2889	3094	3299	3504	3708
	600	3166	3370	3575	3780	3985
	700	3442	3647	3852	4057	4261
	800	3719	3924	4128	4333	4538

## 二、绿色甲醇的技术路径分析

### 3.4 不同技术路径的对比



各路径甲醇成本与氢气价格曲线经计算，当生物质价格为700元/吨时，在绿氢价格下降到1.1元/Nm<sup>3</sup>时，生物质气化耦合绿氢制甲醇的成本将达到与生物质气化制甲醇相同的成本，即3595元/吨。

在绿色二氧化碳捕集成本降低到400元/吨时，绿氢成本降低到0.98元/Nm<sup>3</sup>时，水电解制氢与二氧化碳制甲醇成本才可具备与生物质气化制甲醇的竞争性。

# PART FOUR



## 赛鼎公司绿色进展情况

## 四、赛鼎公司绿色产业进展情况

截至目前为止，赛鼎公司已承接绿色产业咨询类服务合同**15项**；  
落地实施工程设计项目**3项**；



### 赛鼎公司绿色甲醇工程项目实施进展

序号	项目名称	实施地点	项目规模	工艺路线	原料
1	风电制氢合成绿色甲醇典型工艺设计研发	内蒙古自治区兴安盟	绿氢制50万吨绿色甲醇项目(一期25万吨)	生物质气化耦合绿氢	玉米秸秆
2	再生资源绿色化联产高端新材料项目	浙江省湖州市	8万吨/年生物质制绿色甲醇	生物质气化	毛竹、木屑
3	盐城20万吨/年生物质制绿色甲醇项目	江苏盐城市	20万吨/年生物质制绿色甲醇	生物质气化	水稻、小麦秸秆



THANKS