

绿色能源与现代煤化工 耦合路径探索

中国五环工程有限公司
副总工程师兼工艺部主任
肖敦峰

xiaodunfeng@cwcec.com





目录

CONTENTS

1

绿色能源政策

2

绿色能源与现代煤化工耦合路线图

3

绿色甲醇技术

4

绿色天然气及控温甲烷化技术

5

柔性氨合成解决方案

6

电-氢-氨波动分析软件

7

小结

8

公司简介

**PART
1**

绿色能源政策

1.1 欧洲政策及市场

2023年9月2日，欧盟 FuelEU Maritime 法案最终版本在欧盟官方公报（Official Journal）上发表。20天后，即2023年10月22日，法案正式生效。

FuelEU Maritime 是欧盟的一项法律，约束对象是在欧洲港口停靠的欧盟 / 欧洲经济区港口的 5000 总吨及以上船舶。

FuelEU Maritime 提出了降低船用燃料温室气体排放强度的明确要求，船用燃料温室气体排放（GHG）强度在2020年基线（91.16gCO₂ e/MJ）基础上分阶段折减：2%（2025年）6%（2030年），14.5%（2035年），31%（2040年），62%（2045年），80%（2050年）。

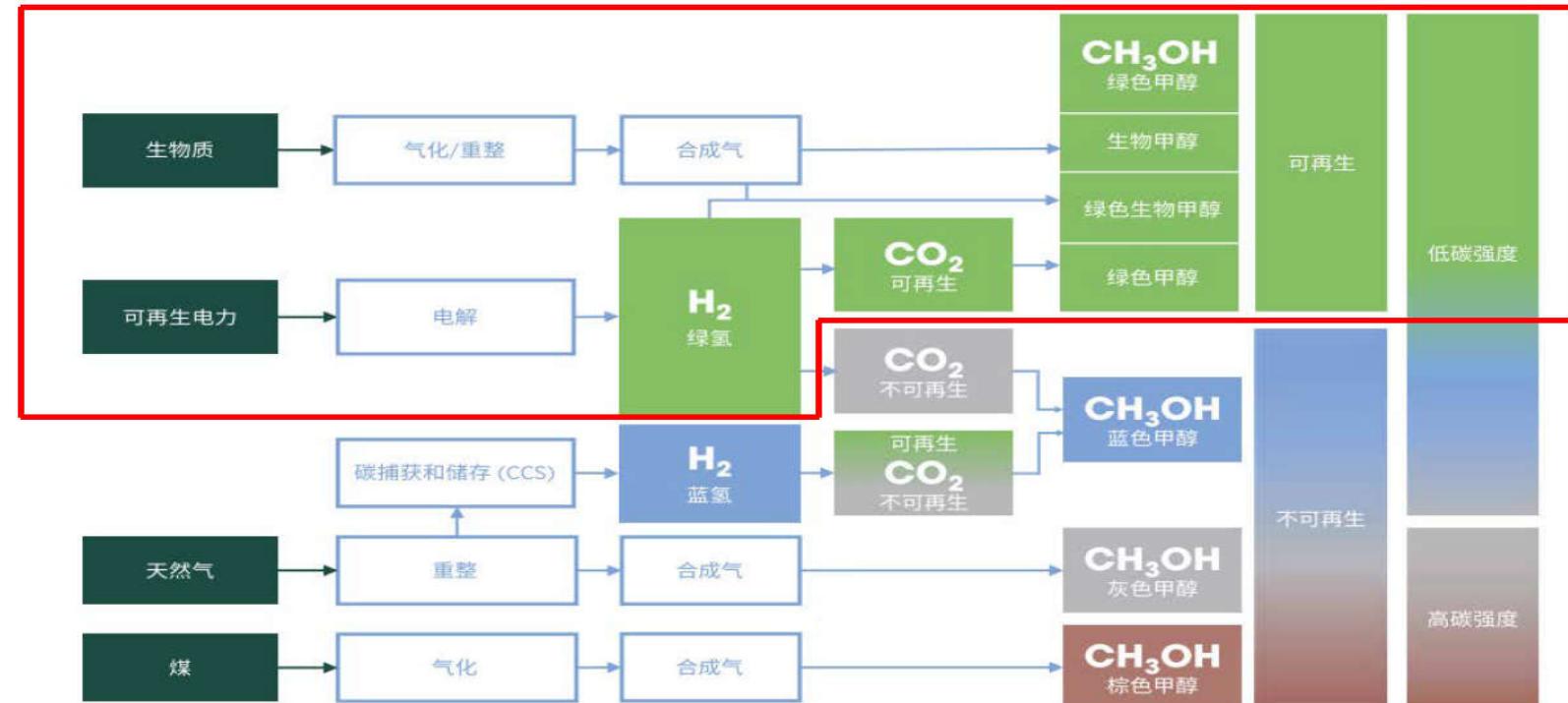
据报道，2022年欧洲航运业温室气体排放总量约8340万吨，约占欧盟整体碳排放的3%左右。本报告暂按照未来较长时期欧盟船运燃料的二氧化碳排放减排基数为8340万吨进行估计，不同年份二氧化碳强制减排量如右表所示。

表1.1-1 未来欧盟船用燃料二氧化碳强制减排数量估算（单位：万吨）

年份	CO ₂ 强制减排比例	CO ₂ 强制减排数量
2025年	2%	~ 170
2030 年	6%	~ 500
2035 年	14.5%	~ 1200
2040 年	31%	~ 2600
2045 年	62%	~ 5200
2050 年	80%	~ 6600

1.1 欧洲政策及市场

根据国际可再生能源署IRENA在2021年的《创新场景：可再生甲醇》报告指出，绿色甲醇需要原料来源全部符合可再生能源标准，只有两种方式制取的甲醇才有可能称为“绿色甲醇”。



过渡性政策：《欧盟可再生能源指令（RED II）》的补充条例中表示，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甲醇采用奖励系数（RWD），如果奖励系数为2，用煤电厂捕捉的二氧化碳和可再生电力制氢生产的甲醇的碳排放为34.4克CO₂/MJ(（动力过程用电全为绿电），其全生命周期碳排放仍超过28.2克CO₂/MJ。（2025.1.1-2033.12.31期间RWD取值为2）

1.1 欧洲政策及市场

表 1.1-3 不同船用燃料的全生命周期碳排放

燃料名称	低位热值LCV (MJ /g)	上船前排放 gCO2e/MJ	船端排放 gCO2e/MJ	全生命周期 排放 gCO2e/MJ	绿度
重质低硫燃料油	0.0402	16.8	77.5	94.3	0
LNG	0.0491	18.5	57.3	75.8	19.4%
生物基LNG	0.0491	计算值	0	计算值	
LPG	0.046	7.8	65.2	73.0	22.3%
天然气甲醇	0.0199	31.3	68.8	100.1	-6.4%
煤制甲醇	0.0199	151	68.8	219.8 (煤制甲醇最高)	-134%
生物质甲醇	0.0199	计算值	0	计算值 (取决于网电比例及运输等其他环节用能) 70%绿度的甲醇，每吨甲醇生产及运输全过程碳排放不超过0.56t，即28.2gCO2e/MJ,	70%
非生物质来源的可再生燃料 (RFNBO) 电制甲醇	0.0199	计算值	68.8	计算值 + 68.8	<26.8

1.1 欧洲政策及市场

表 1.1-3 不同船用燃料的全生命周期碳排放

燃料名称	低位热值LCV (MJ /g)	上船前排放 gCO2e/MJ	船端排放 gCO2e/MJ	全生命周期 排放 gCO2e/MJ	绿度
RFNBO电制氨(光电制氢)	0.0186		0	42.7 (生物质发电驱动)	54.6%
RFNBO制氨(风电制氢)	0.0186		0	11.1 (生物质发电驱动)	88%
RFNBO电解水制氢 (光电)	0.12	34.1	0	34.1	64%
RFNBO电解水制氢 (风电)	0.12	6.8	0	6.8	93%

从表1.1-3分析看，绿醇及其他绿度足够高的能源替代产品（绿氢、绿氨、生物基甲烷及生物船燃等）将会有较大市场。

1.2 中国绿色转型政策

产业指导目录2024年本 鼓励类:

4. 电力

- 1) .电力消纳和存储: 电化学、压缩空气、飞轮、储氢(氨)、蓄热等各类新型储能技术推广应用, 电动汽车充电设施, 高效电能替代技术及设备, 船舶充换电设施、港口船舶岸电设施建设和应用, 跨季节储能技术
- 2) .火力发电低碳节能改造: 燃煤发电机组二氧化碳捕集、利用与封存(CCUS)技术, 超低排放、重金属脱除等多污染物协同治理技术, 减污降碳协同增效技术开发与应用, 输变电、配电节能、降损、环保技术开发与推广应用, 火力发电机组节能降碳改造、供热改造、灵活性改造

1.2 中国绿色转型政策

产业指导目录2024年本 鼓励类:

5. 新能源

- 1) 可再生能源利用技术与应用: 太阳能热发电集热系统、太阳能光伏发电系统集成技术开发应用, 逆变控制系统开发制造, 电解水制氢和二氧化碳催化合成绿色甲醇, 太阳能建筑一体化组件设计与制造, 高效太阳能热水器及热水工程, 太阳能中高温利用技术开发与设备制造, 海洋能、地热能利用技术开发与设备制造, 可再生能源供暖技术的开发与应用
- 2) 生物质能发电技术与应用: 生物质纤维素乙醇、生物燃油(柴油、汽油、航空煤油)等非粮生物质生产技术开发与应用, 生物质直燃、气化发电及热电联产技术开发与设备制造, 农林生物质资源收集、运输、储存技术开发与设备制造, 农林生物质成型燃料加工设备、气化设备、锅炉和炉具制造, 以农作物秸秆、畜禽粪便、厨余垃圾、工业有机废弃物、有机污水污泥等各类城乡有机废弃物为原料的大型沼气和生物天然气生产成套设备, 沼气发电机组、沼气净化设备、沼气管道供气、沼气提纯压缩液化制备生物天然气设备、装罐成套设备制造, 秸秆热解气化相关设备制造
- 3). 氢能技术与应用: 高效经济制氢、运氢及高密度储氢技术开发应用及设备制造, 加氢站及车用清洁替代燃料加注站, 移动新能源技术开发及应用, 新一代氢燃料电池技术研发与应用, 可再生能源制氢, 液态、固态和气态储氢, 管道拖车运氢, 管道输氢, 加氢站, 氢电耦合等氢能技术推广应用
- 4) 发电互补技术与应用: 氢能、风电与光伏发电互补系统技术开发与应用, 传统能源与新能源发电互补技术开发及应用

1.2 中国绿色转型政策

《煤电低碳化改造建设行动方案（2024—2027年）》

目标：

- 1) 到2025年，首批煤电低碳化改造建设项目全部开工，相关项目度电碳排放较2023年同类煤电机组平均碳排放水平降低 20% 左右；
- 2) 到2027年，较2023年同类煤电机组平均碳排放水平降低 50% 左右、接近天然气发电机组碳排放水平。

方法：

- 1) 具备掺烧 10%以上生物质燃料能力。
- 2) 具备掺烧 10%以上绿氨能力。
- 3) 分离捕集燃煤锅炉烟气中的二氧化碳，通过压力、温度调节等方式实现二氧化碳再生并提纯压缩。推广应用二氧化碳高效驱油等地质利用技术、二氧化碳加氢制甲醇等化工利用技术。因地制宜实施二氧化碳地质封存。

1.2 中国绿色转型政策

国办《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》

“十五五”时期，实施以强度控制为主、总量控制为辅的碳排放双控制度，碳达峰后，实施以总量控制为主、强度控制为辅的碳排放双控制度。

按照急用先行原则，聚焦电力、燃油、钢铁、电解铝、水泥、化肥、氢、石灰、玻璃、乙烯、合成氨、电石、甲醇、煤化工、动力电池、光伏、新能源汽车、电子电器等重点产品，组织相关行业协会、企业、科研单位等制定发布产品碳足迹核算行业标准或团体标准。

1.3 中国绿色转型重点方向

现代煤化工是重要的战略安全和经济安全产业，且因为化工产品以液态或固态的形式固定了一定比例的碳元素，因此化工行业的**减碳重点在于如何调节氢碳平衡**，进而减少碳排放或零碳排放。

- 当前煤化工生产过程以原料煤和燃料煤为基数，**1/5~1/3** 的碳进入了产品。
- 耦合绿氢后，原料煤中的碳几乎都可进入产品中，减碳效果显著。

煤化工典型路径生产过程碳利用情况

典型路径	主要工艺单元	项目能效 /%	单位产品原料 煤耗 + 燃料 煤耗 /tce·t ⁻¹	单位产品所耗 原料碳 + 燃料 碳 /t·t ⁻¹	单位主产品 含碳 + 副产品 含碳 /t·t ⁻¹	生产过程 碳利用率 /%
煤制油 (间接液化)	煤气化、净化、费托合成、油品精制	42	3.93	3.36	0.87	26
煤制天然气	碎煤加压气化、净化、甲烷化	56	2.45 tce/1 000 m ³	2.11 t/1 000 m ³	0.70 t/1 000 m ³	33
煤制尿素	煤气化、净化、氨合成、尿素合成		1.03	0.88	0.20	23
煤制甲醇	煤气化、净化、甲醇合成		1.40	1.20	0.38	32
煤制烯烃	煤气化、净化、甲醇合成、甲醇制 烯烃、聚乙烯、聚丙烯	40	4.62	3.95	0.88	22
煤制乙二醇	煤气化、净化、CO 和 H ₂ 分离、 碳基化合成乙二醇		2.40	2.05	0.39	19
电石	石灰石和焦炭(或兰炭)电弧 高温熔化		1.62	1.39	0.31	22

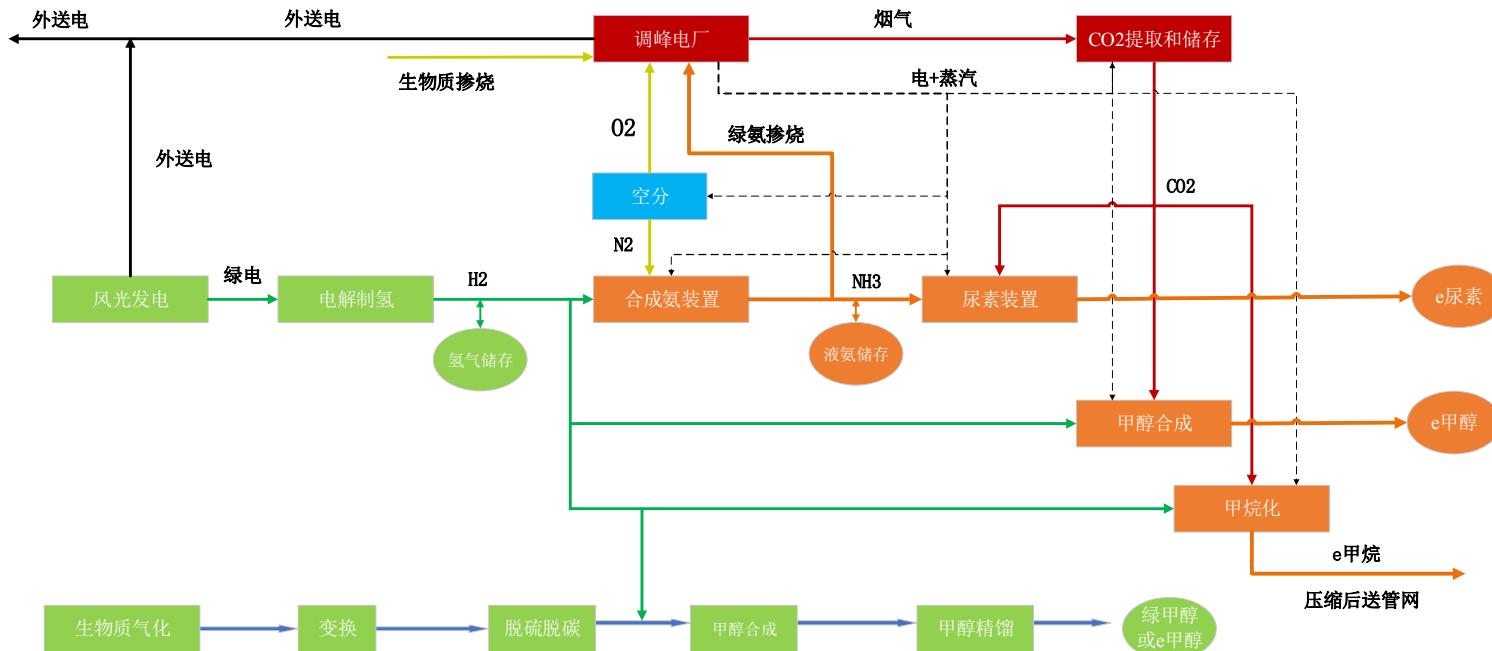
1.2 中国化工绿色转型重点方向

- 化工行业碳排放低于电力、冶金、建材、交通和建筑，约7-8亿吨/年；
 - 其中煤制甲醇行业约2.4亿吨，
 - 煤制合成氨行业约2亿吨（未考虑尿素和纯碱减排）
 - 煤制乙二醇约0.3亿吨，煤制天然气约0.3亿吨。
- 随着煤炭和石油消耗分别于2025和2030年达峰，原料路线将向轻质化方向发展（非用能过程碳排放强度降低）
- 跨行业的融合（风光电氢化一体化）以降低社会总体碳排放强度。
- 更加注重节能技术和碳减排技术的应用

PART
2

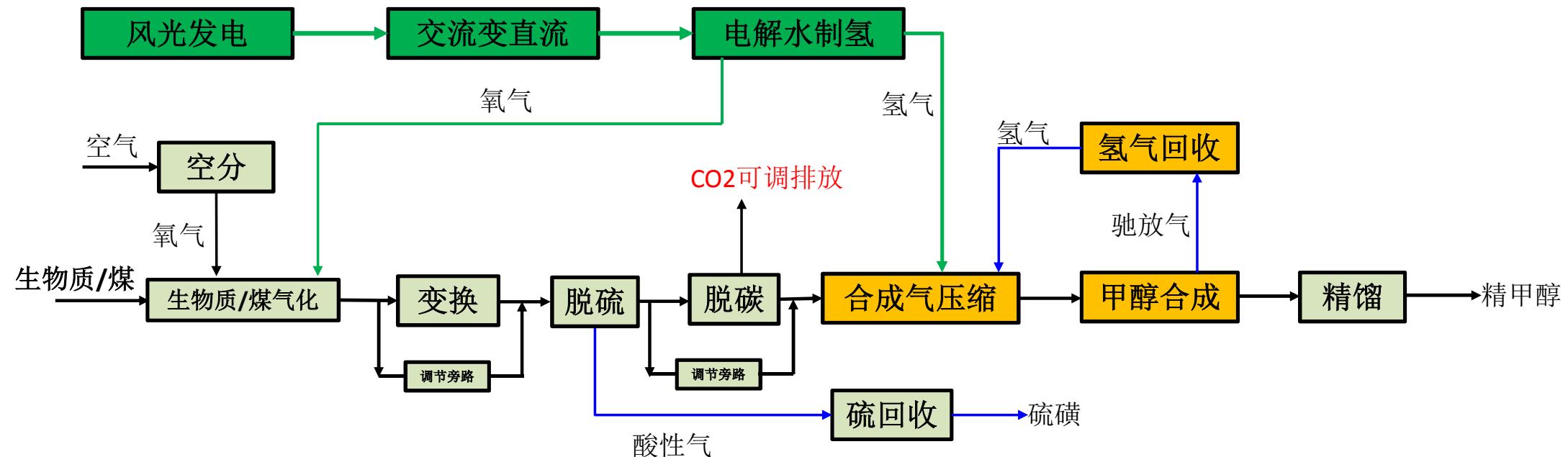
绿色能源与现代煤化工耦合路线图

2.1 未来风光电氢化一体化谱图



- 注：1、当风光电充足时，多生产液氨和甲醇，同时调峰电厂减负荷。
 2、当风光电不足时，调峰电厂加负荷，且可少量掺烧液氨和生物质，降低电厂碳排放。
 3、调峰机组为全厂氨合成、尿素、二氧化碳提纯、甲醇合成、甲烷化和空分提供安保电力和蒸汽供应及托底。
 4、空分出的富氧空气用于锅炉的富氧燃烧，提高烟气中CO₂浓度。
 5、生物质气化生产绿色甲醇。

2.2 新能源与现代煤化工耦合路线



- 空分负荷可调
- 气体净化部分：脱碳可调
- 通过变换旁路调节+脱碳旁路调节，适应一定范围内波动的绿氢，减少氢气储罐（绿氢可添加量为0%-127%气化产生气量。）

2.3 绿氢耦合经济性分析

计算基准：

煤炭：400元/吨（热值3500Kcal/kg）

绿氢价格：1.45元/Nm³

不同搭配下甲醇综合成本测算：

配置	煤制甲醇年产量，万吨	耦合绿氢甲醇后增加的年产量，万吨	合计甲醇产能，万吨	甲醇综合成本
配置一	10	10	20	2888
配置二	20	10	30	2458
配置三	30	10	40	2244
配置四	40	10	50	2115

煤制甲醇生产线规模不能太小，否则规模效益太差；

煤制甲醇产量越大，越能摊薄甲醇综合成本；

当煤制甲醇规模足够大时，全厂蒸汽系统及甲醇装置的负荷波动相对更小。

当前及未来一段时间绿氢耦合煤化工很难与传统煤化工竞争，除非政策强行要求煤化工必须逐年提升新能源比重或征收高额碳税或绿电成本继续降低。

未来随着碳税增加及碳排放额的降低，可逐步加大绿氢比例，减小煤气化比例。

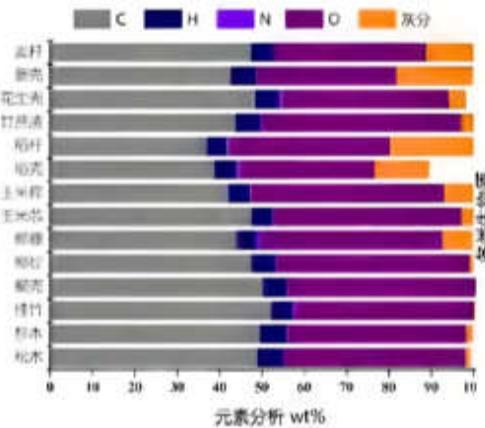
**PART
3**

生物质气化技术



3.1-原料特性

各类生物质



挥发分高

灰熔点低

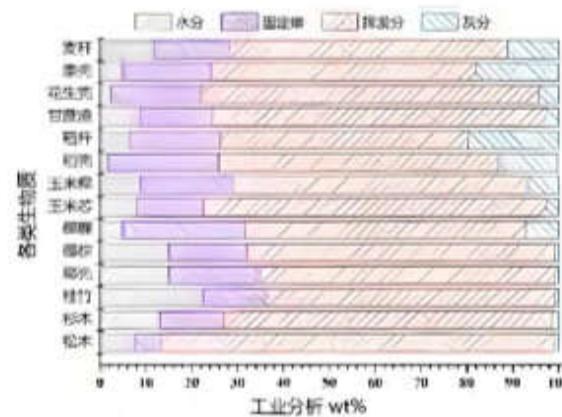


氧含量高

硫含量低

灰分低

各类生物质



生物质种类	热值 (MJ/kg)	真密度 (kg/m³)
松木	16.83	590
杉木	18.42	450
桂竹	19.49	117
柳壳	20.50	661
柳木	14.67	151
柳枝	18.07	94
玉米芯	15.65	188
玉米秆	16.54	129
稻壳	15.29	617
稻秆	16.78	259
甘蔗渣	16.29	111

某样品小麦秸秆灰组成

SiO ₂	51.46
Al ₂ O ₃	8.05
CaO	6.14
Fe ₂ O ₃	3.30
SO ₃	0.94
MgO	3.22
K ₂ O	17.24
TiO ₂	0.30
Na ₂ O	0.54
P ₂ O ₅	0.61
Cl	8.14
其他	0.06
碱金属含量高	

◆ 硫含量低

◆ 氯含量高

◆ 碱金属含量高

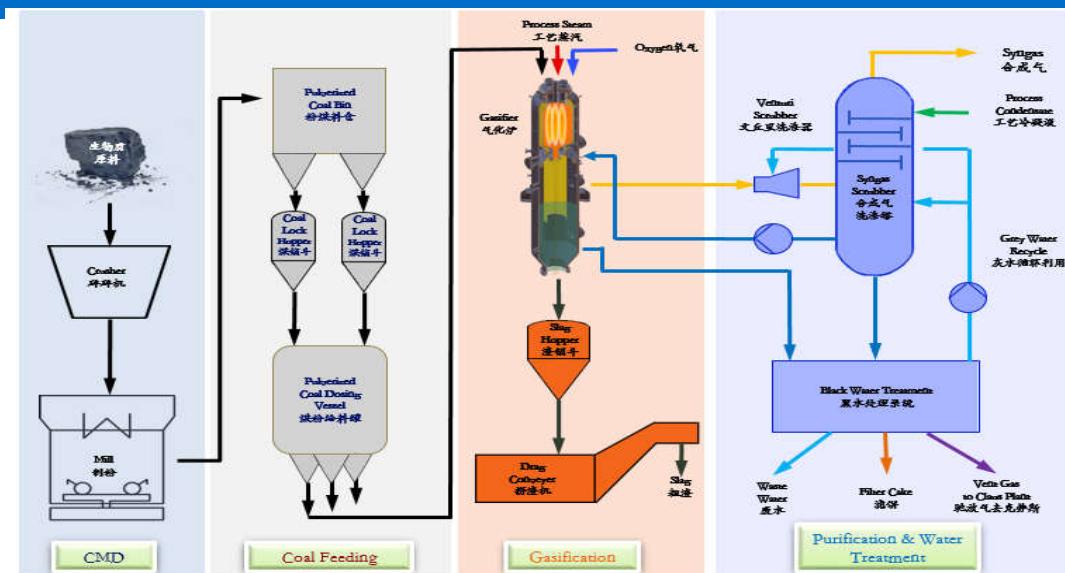


3.2-生物质气化技术-气流床

优点

- [REDACTED]；
- 灰渣中重金属被高温固化，不容易析出；
- 碳转化率高，[REDACTED]；
- 易于长周期稳定操作运行；

待验证问题



3.3-生物质气化技术-成本对比

气化技术	吨甲醇成本, 元/吨	备注
加压气化（带废锅+除灰）	3092	生物质400元/吨
五环炉气化（循环气激冷至600度+除灰）	3274	生物质400元/吨
流化床气化	3248	生物质400元/吨
固定床气化+POX	4252	生物质300元/吨 成型及添加剂费用较高

五环炉计算基准如下：

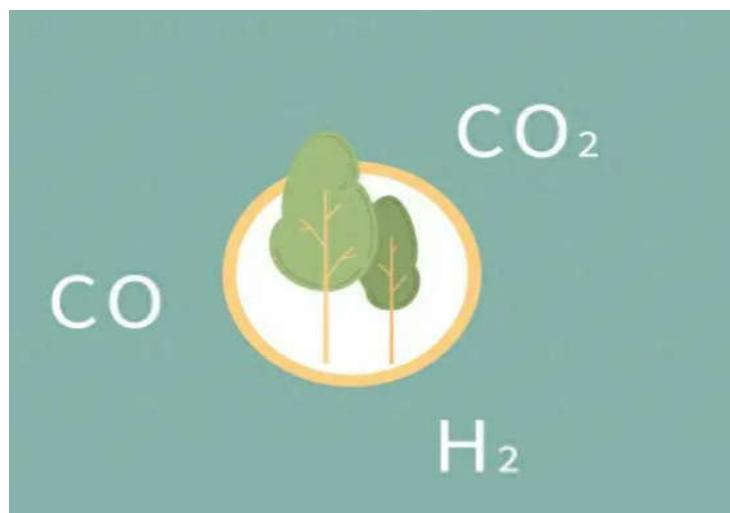
- 1 原料为小麦（干基Cl=1.6%），其中70%氯进入水中。
- 2 循环气激冷后的温度按照600℃。
- 3 水洗塔内氯离子浓度控制10000ppm（气化外排废水76t/h，比常规煤气化炉废水量增加50%，无法生化处理）。
- 4 气化外排高氯废水直接蒸发结晶。
- 5 气化循环气压缩机流量增大，功率增大

PART
3

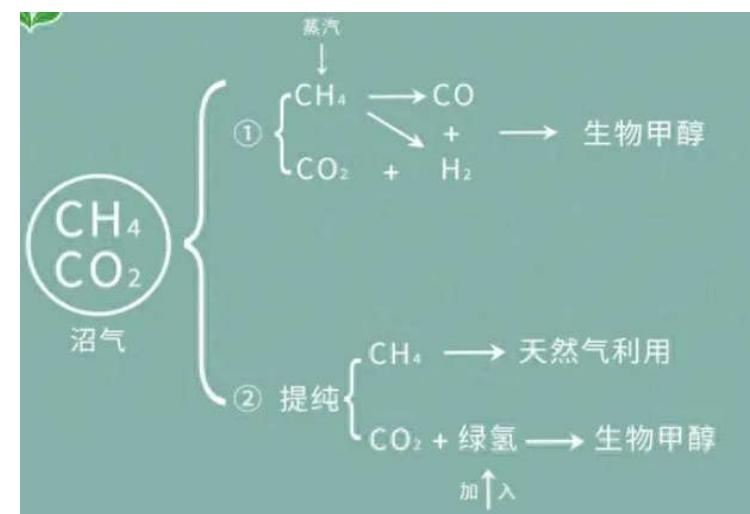
绿色甲醇技术

3.1 绿色甲醇生产路线

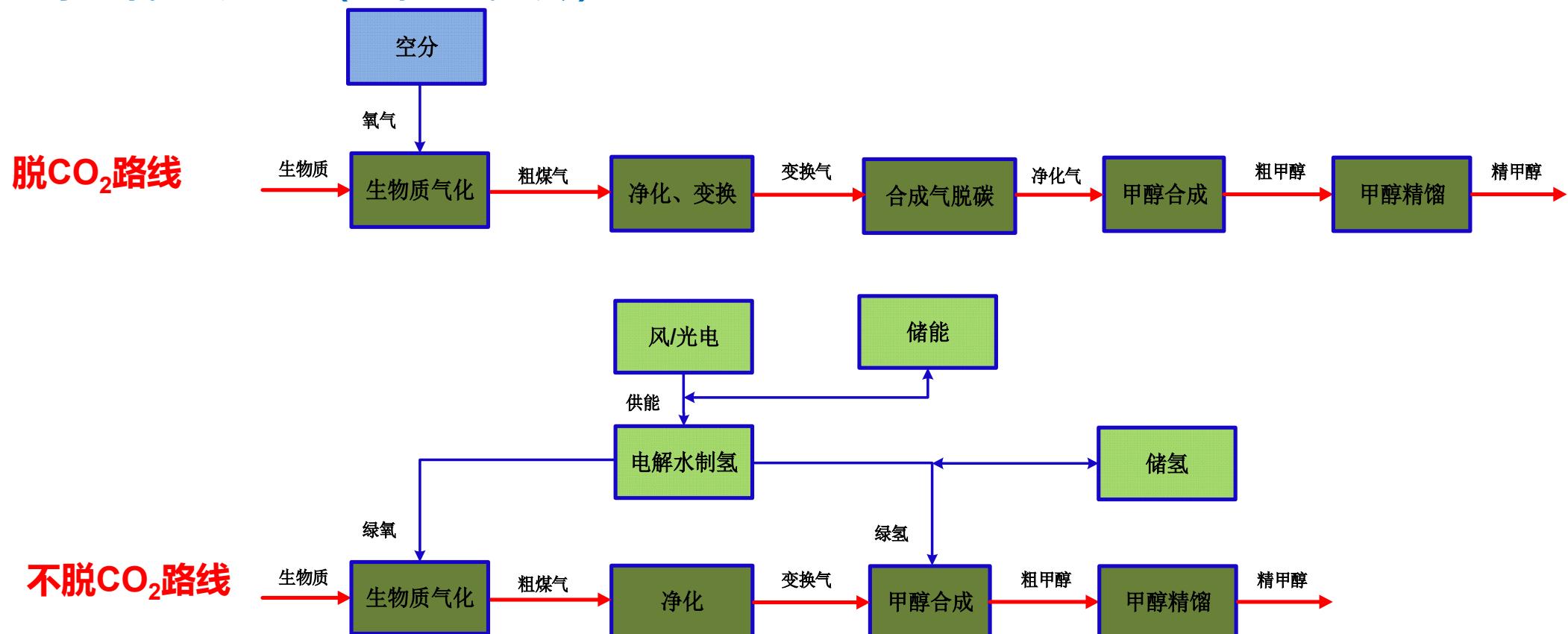
将生物质原料进行预处理后，通过**气化**，产生含有CO、
CO₂、H₂的合成气，再经过催化剂合成生物甲醇。
(分为脱CO₂、不脱CO₂，是否添加绿氢)



将生物质厌氧发酵产生的沼气，直接**重整**，或
将其中的二氧化碳分离，加氢重整，也可合成
生物甲醇 (**甲烷也可直接做绿色船用燃料**)。

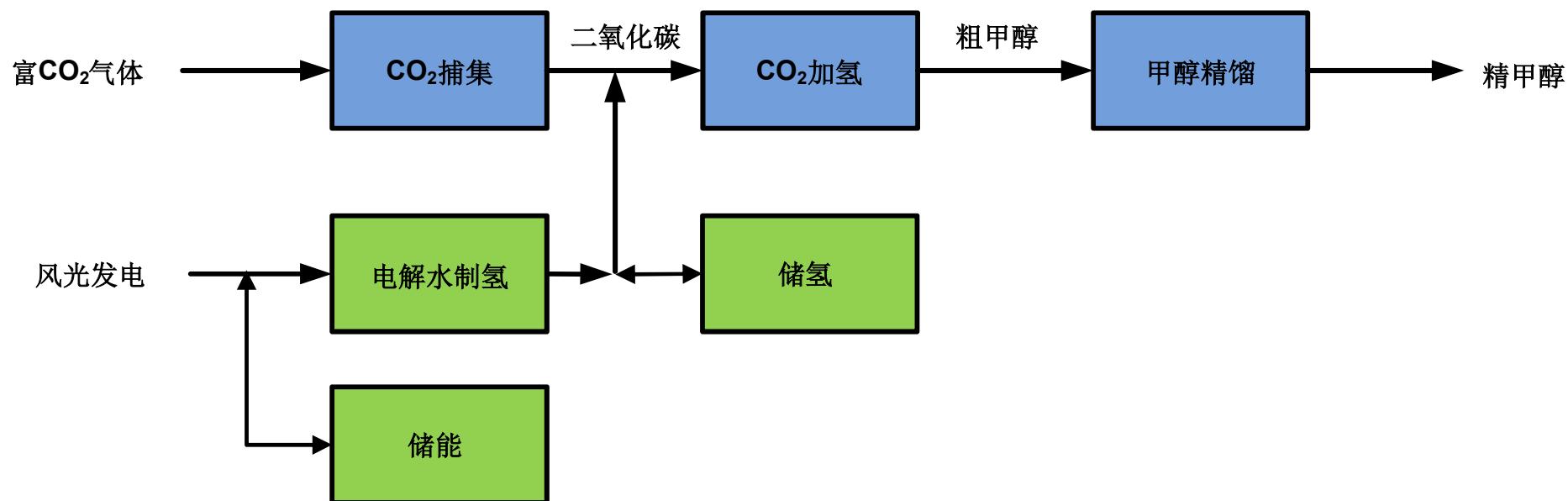


3.1 绿色甲醇生产路线 (生物质气化法)

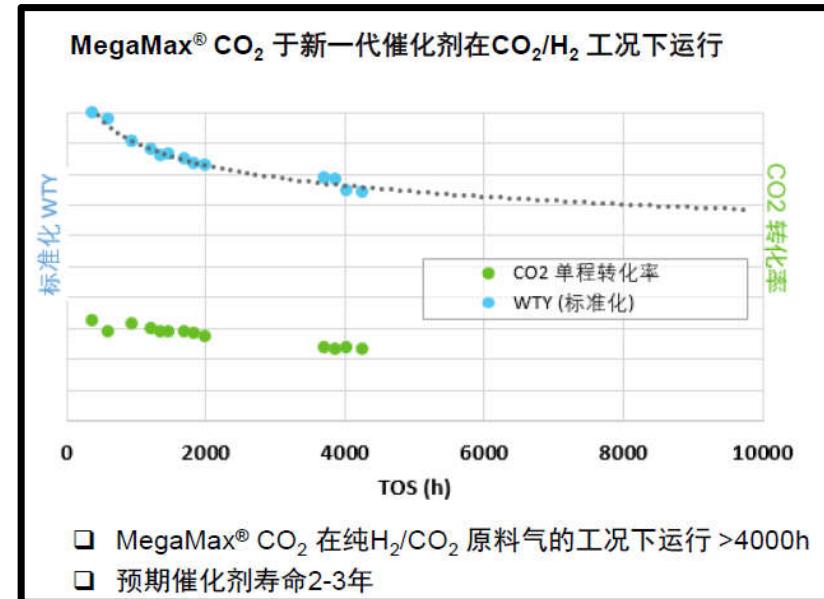
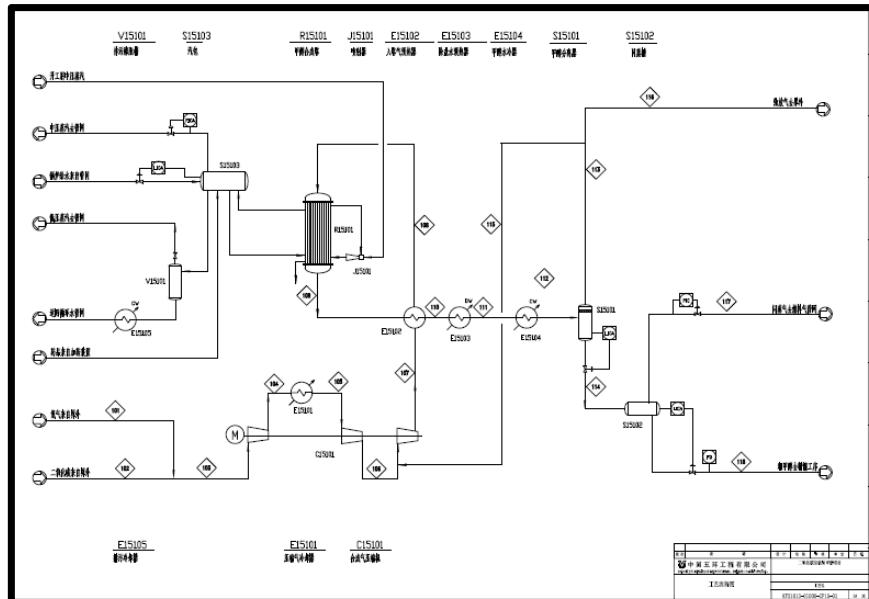


3.1 绿色甲醇生产路线（生物基CO₂耦合绿氢法）

- 风、光发电，电解水制氢，捕捉**生物质来源**的二氧化碳，然后用氢和二氧化碳合成甲醇；



3.2 绿色甲醇生产路线 (CO₂耦合绿氢法)

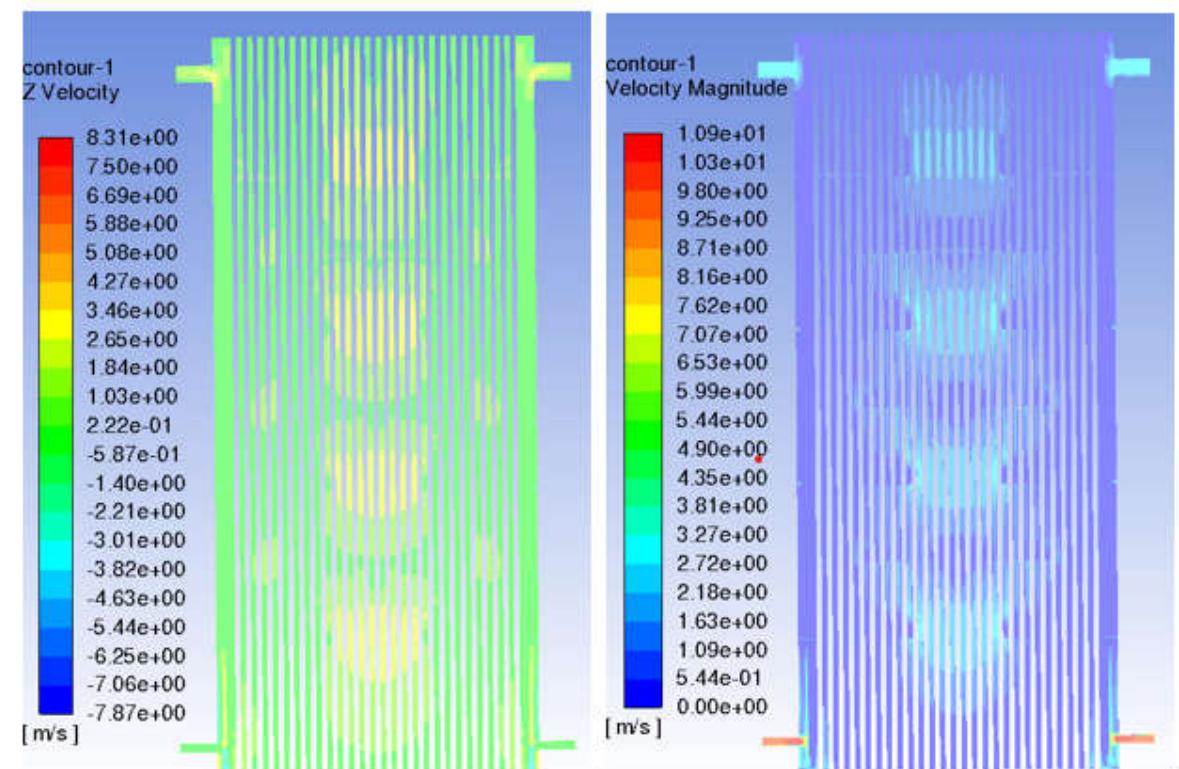
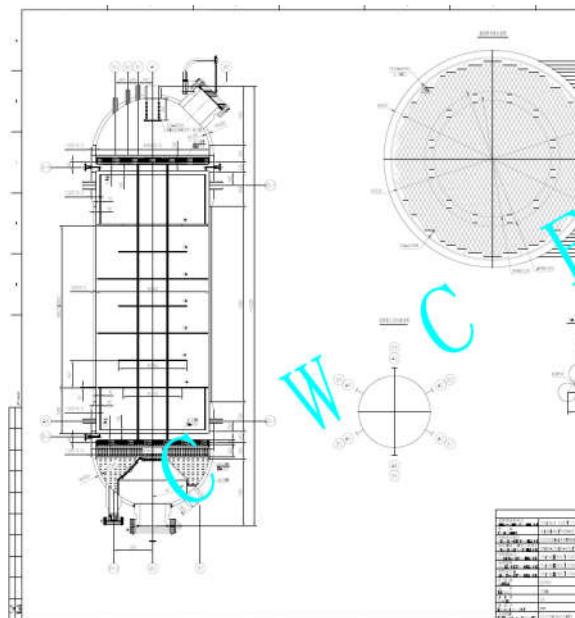


- 可靠的CO₂加氢制甲醇催化剂。
- 适用于高CO₂含量的专用工艺设计；已授权发明专利《一种耦合CO₂加氢制甲醇的工艺》。
- 多年的甲醇技术工程化经验。

3.2 绿色甲醇生产路线 (CO₂耦合绿氢法)

已完成5万吨/年工艺包开发，其中包括：

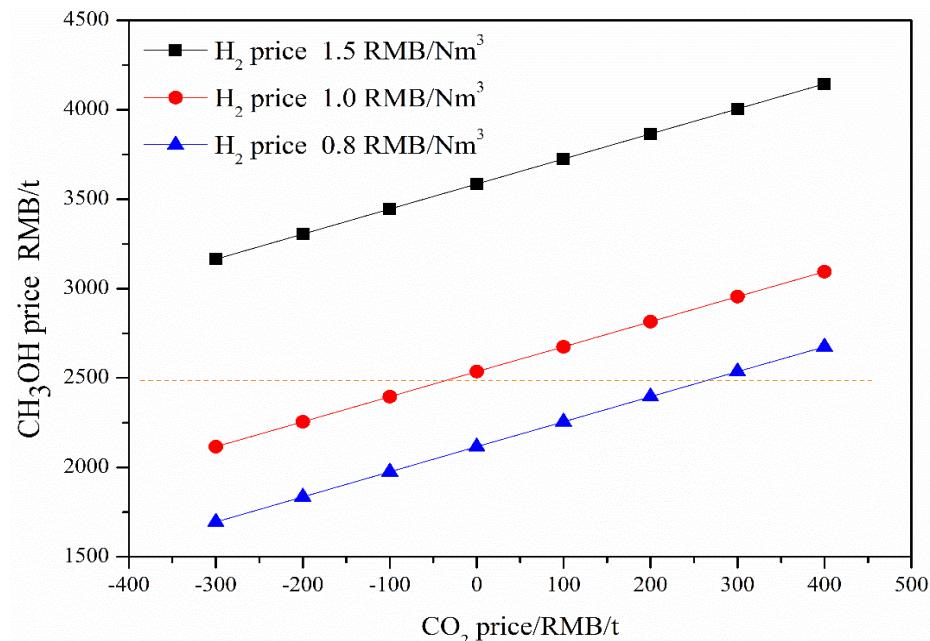
- ◆ 反应器开发设计
- ◆ 反应器流场模拟



3.2 绿色甲醇投资及成本

按照5万吨/年建设规模，整个CO₂加氢制甲醇投资约为1.2亿元（中国境内建设），其中CO₂捕集约0.36亿元，CO₂加氢、精馏约0.84亿元，占地约为120米×150米，成本测算见下表：

消耗	数值	单价	分项价格
H ₂ Nm ³ /t甲醇	2100	1.0元/Nm ³	2100
生物基CO ₂ t/t甲醇	1.4	300元/吨	420
水 t/t甲醇	2.5	2元/吨	5
电 kW·h/t甲醇	750	0.33元/度	247.5
蒸汽 t/t甲醇	0.5	90元/吨	45
催化剂化学品 元/t甲醇			30
折旧及人工 元/t甲醇			270
合计			3117



注1：仅仅包括二氧化捕集装置，二氧化碳加氢制甲醇装置以及全厂配套的所有公共工程和辅助设施；
不包括风、光电、储能、电解水制氢。

**PART
4**

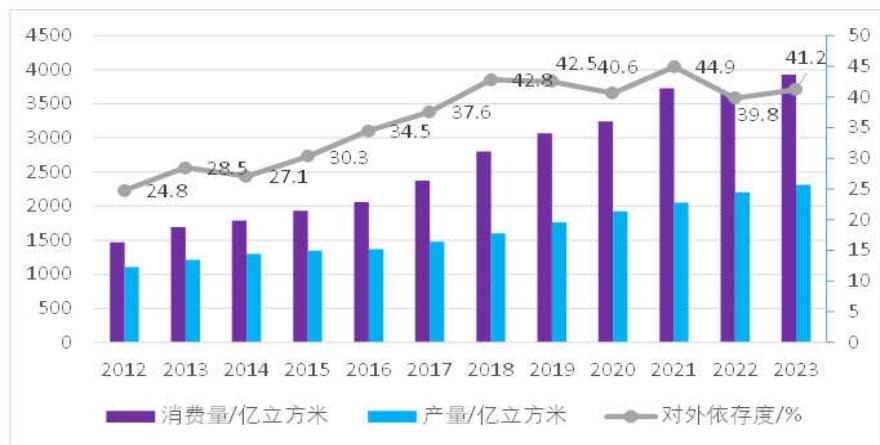
绿色天然气及控温甲烷化技术

4.1 绿色天然气及控温甲烷化技术

天然气市场概况

2023年，我国天然气表观消费量3930亿标方，进口量超过1620亿标方，对外依存度达到41%。其中，LNG成交均价为5000~5200元/吨。

根据《中国天然气发展报告（2021）》，在统筹碳达峰、碳中和的双碳目标下，通过合理引导和市场建设，作为低碳清洁能源的天然气消费规模在2025年将达到4300亿~4500亿标方，2030年将达到5500亿~6000亿标方，未来天然气具有较大的市场机遇。

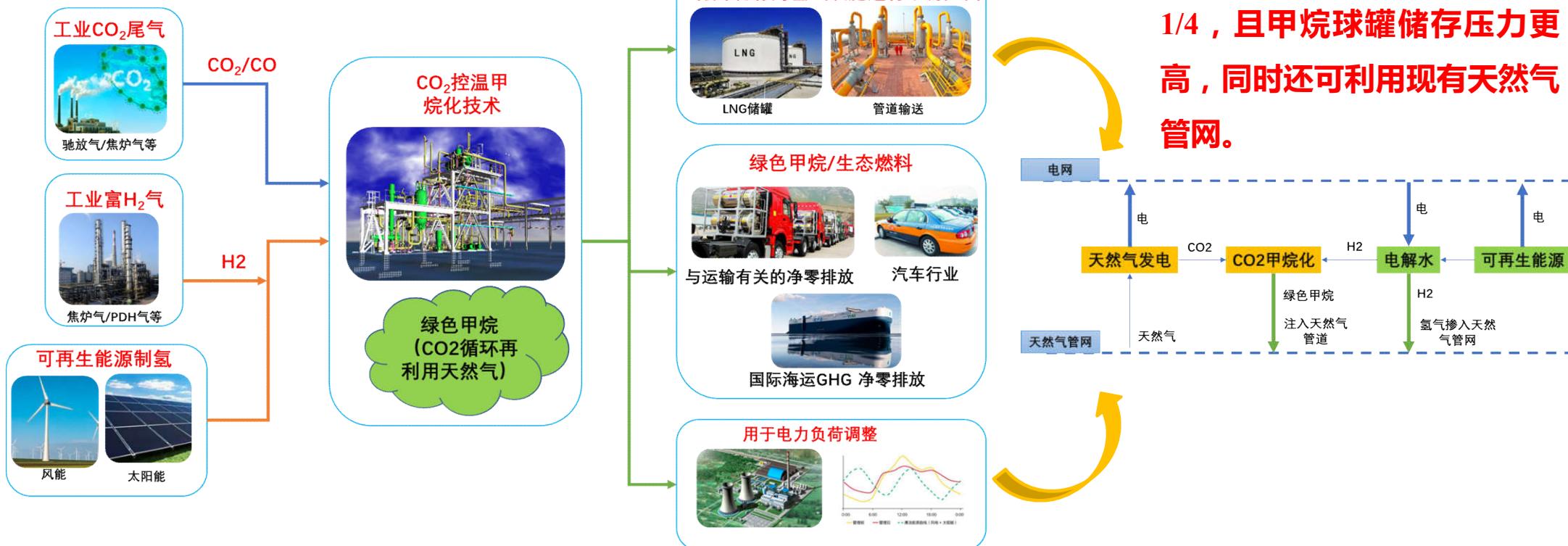


4.2 绿色天然气及控温甲烷化技术

- e甲烷：“双碳”政策背景下，通过耦合绿氢、CO₂甲烷化制零碳绿色天然气，就近注入/存储于天然气管网中或LNG加注站，从而实现**气态阳光能源**的利用（POWER to GAS）。
- 低碳甲烷：焦炉煤气、甲醇驰放气、生物质气化生产的合成气通过控温甲烷化将其转化为天然气/LNG。



4.2 绿色天然气及控温甲烷化技术



4.3 绿色天然气及控温甲烷化技术



- 与中煤陕西集团合作建设
- 年处理气量240~520万Nm³
- 形成完整的催化剂装填方案、开车方案、工艺技术规程、岗位操作手册、分析化验手册等文件。
- 装置连续运行超过2000h，催化剂性能稳定。

4.3 绿色天然气及控温甲烷化技术

➤ 与国内外甲烷化技术相比，本项目技术：催化剂起活温度低，原料气单程一次通过，CO/CO₂转化率高，床层移热效果好，不需要引入蒸汽降温。

➤ 经石化联合会组织专家评审，关键技术指标达到国际领先水平。

科学 技术 成果 评 价 证 书

(中试科技成果)

中石化联评字【2024】第 21 号

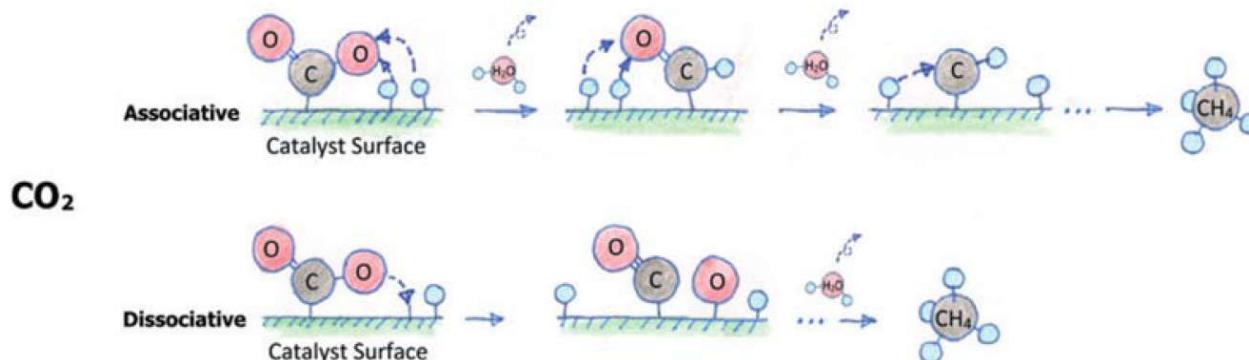
成 果 名 称：控温甲烷化催化剂及工艺关键技术

完 成 单 位：中国五环工程有限公司
中煤陕西能源化工集团有限公司

评 价 形 式：会 议 评 价
组织评价单位：中国石油和化学工业联合会
评 价 日 期：2024 年 7 月 24 日
评价批准日期：2024 年 7 月 24 日

中国石油和化学工业联合会

4.3 绿色天然气及控温甲烷化技术



CO_2 转化率 (%)	H_2 转化率 (%)	CH_4 选择性 (%)	CO_2 平衡转化率 (%)
97.05	98.77	100.00	99.00
97.00	98.78	100.00	98.66
97.49	98.72	100.00	98.23
96.33	98.51	100.00	97.69
95.86	98.11	100.00	97.06

100% CO_2 加氢制甲烷

- 小试结果： CO_2 单程转化率可以达到95%以上；
- 正在开展催化剂放大制备及单管评价。

4.3 绿色天然气及控温甲烷化技术

- 1、采用专利控温反应器，快速移除反应热，原料气单程通过，不需循环气压缩机，工艺能耗降低≥15%
- 2、催化剂起活温度低，催化剂使用寿命长
- 3、工艺流程短，装置投资省20-25%
- 4、催化剂装填量为传统工艺的40%-60%
- 5、装置开停车方便；开车期间入口不要引蒸汽
- 6、由于没有循环气压缩机，随绿氢波动的柔性化生产更有优势

PART 5

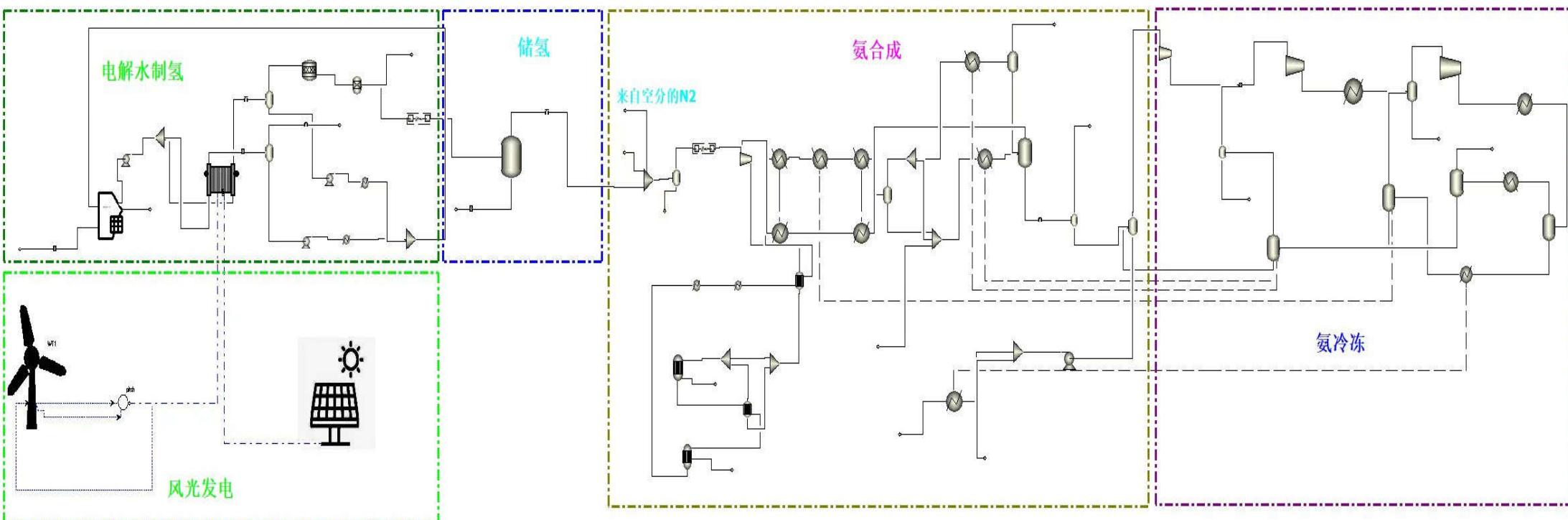
柔性氨合成解决方案

5.1 柔性氨合成要解决的问题

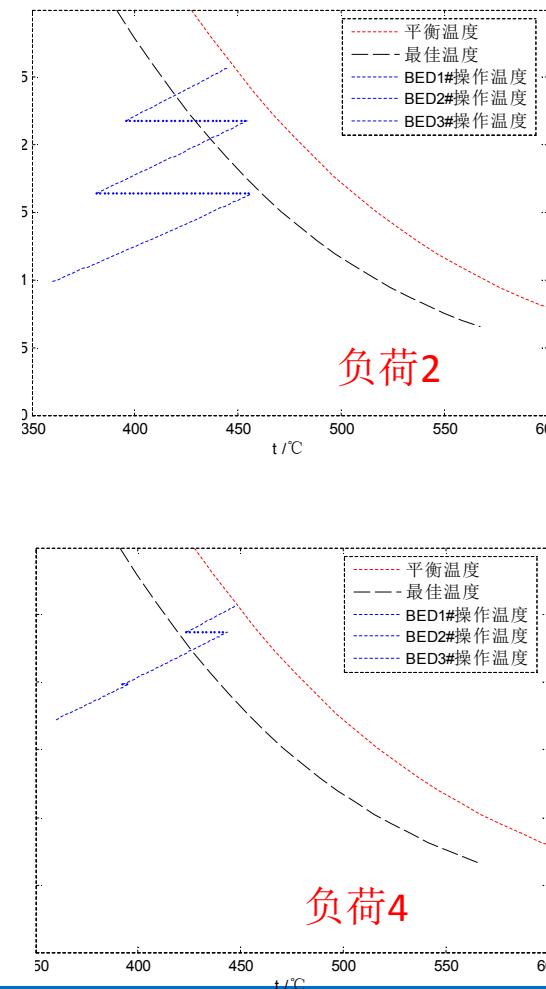
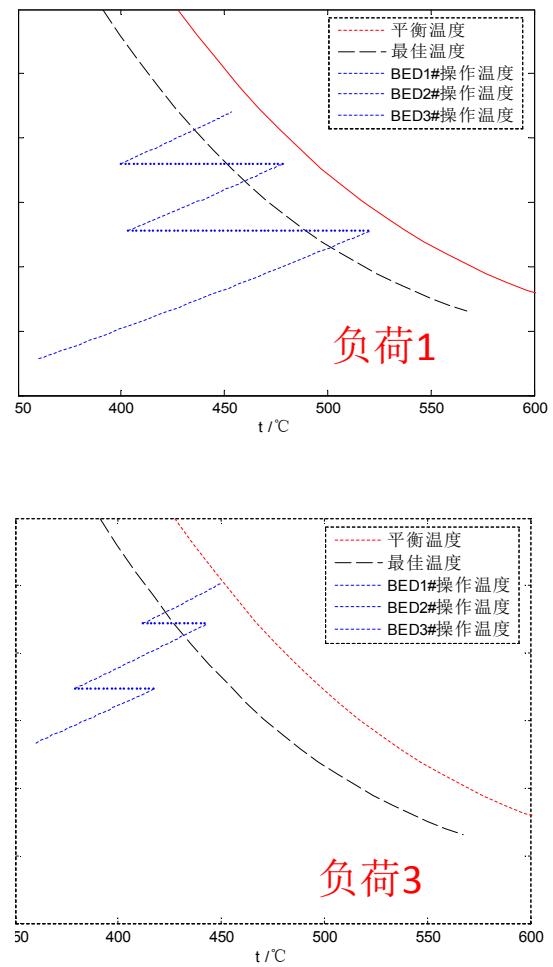
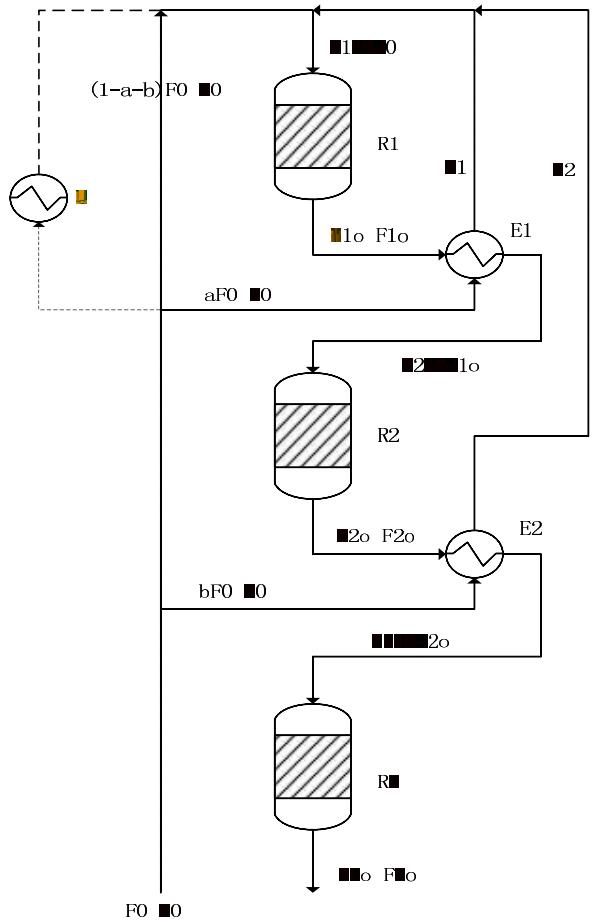
序号	研究内容	解决的关键技术问题
1	绿电制氢调峰数据分析工具	分析风光发电数据或制氢数据，确定合成氨产量、合成氨装置规模、储氢规模及空分规模、制定合成氨装置的排产计划
2	储氢方案及氢罐设计	定制最优罐容、最佳经济的储氢技术方案
3	合成氨反应器动力学数学模型	计算各负荷工况下的工艺操作条件，确定合成氨装置负荷调整方案
4	多工况工艺流程模拟及物热平衡	多工况下的设备核算，满足各操作工况
5	关键设备工程图（氨合成塔、废锅、蒸汽过热器）	关键设备设计
6	工艺流程动态模拟	APC自控技术方案

5.2 柔性氨合成全流程模拟

绿氢-绿氨项目全流程模拟



5.3 柔性氨合成动力学和热力学计算



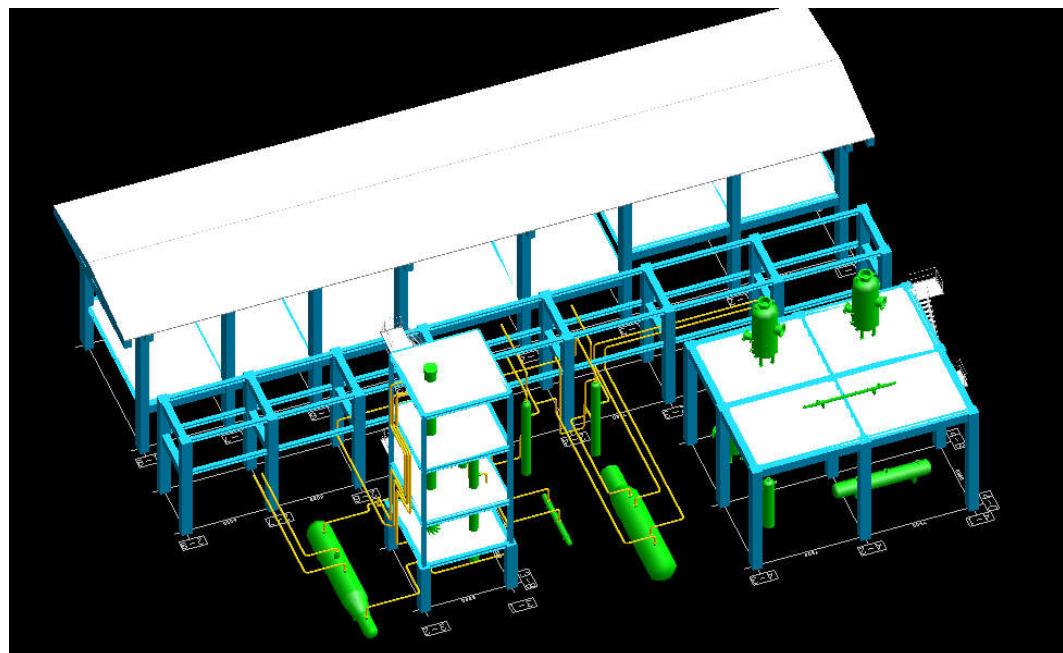
5.4 柔性氨合成关键性成果

- 100%、90%、80%、70%、60%、50%、40%、30%负荷工况下的物料和热量衡算
- 多工况下的设备核算
- 关键工艺指标的控制方案
- 氨合成塔工程图
- 蒸汽过热器工程图
- 蒸汽发生器工程图

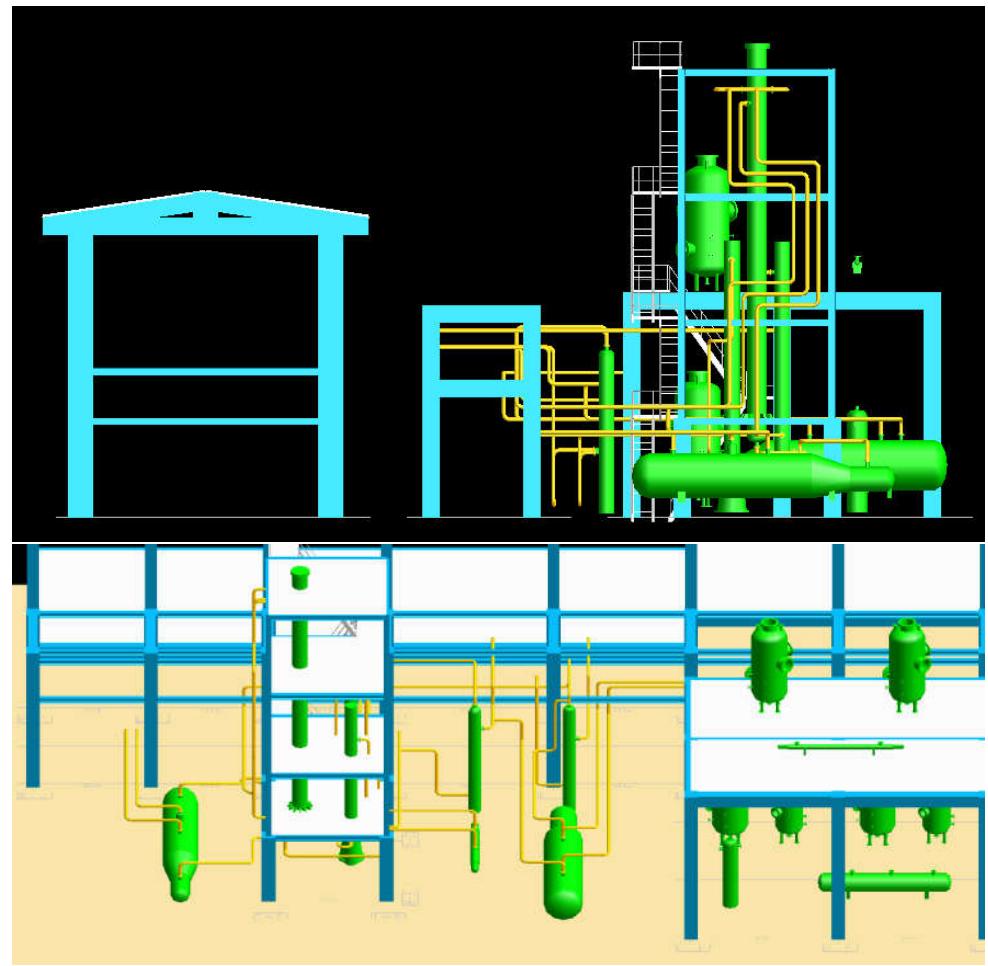


中国五环
WUHUAN

5.5 柔性氨合成三维模型



3万吨合成氨三维模型

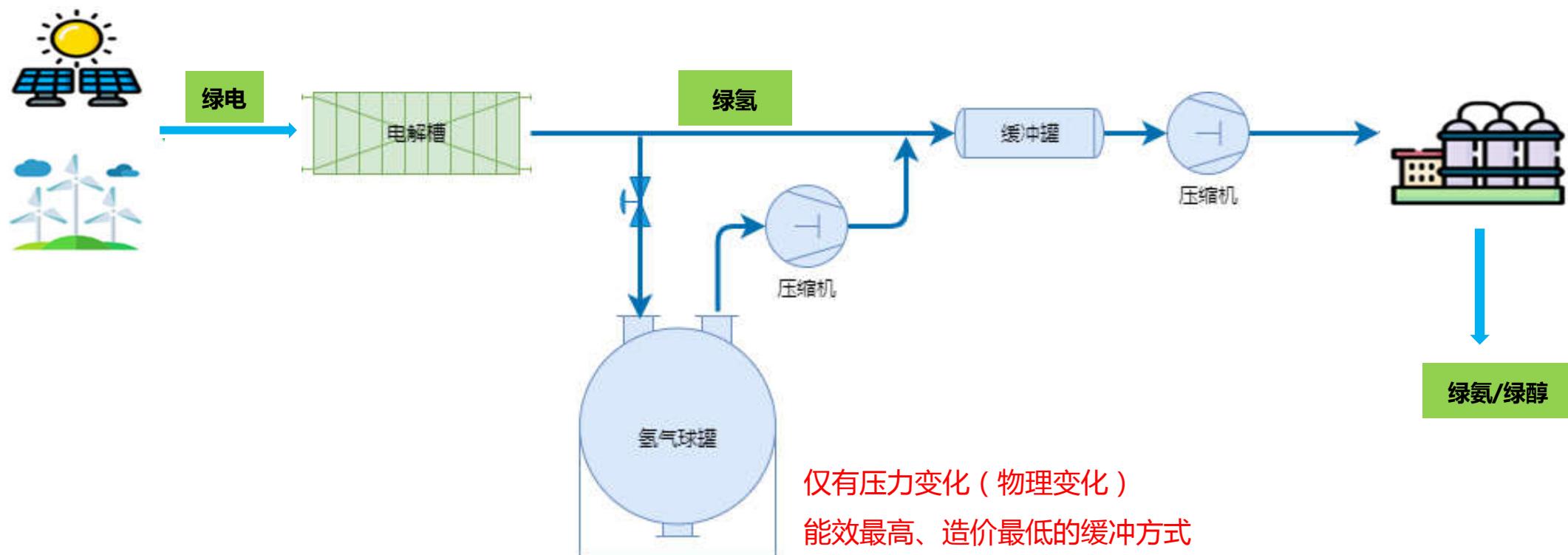


**PART
6**

电-氢-氮波动分析软件



6.1-绿电-绿氢-绿氨/绿醇

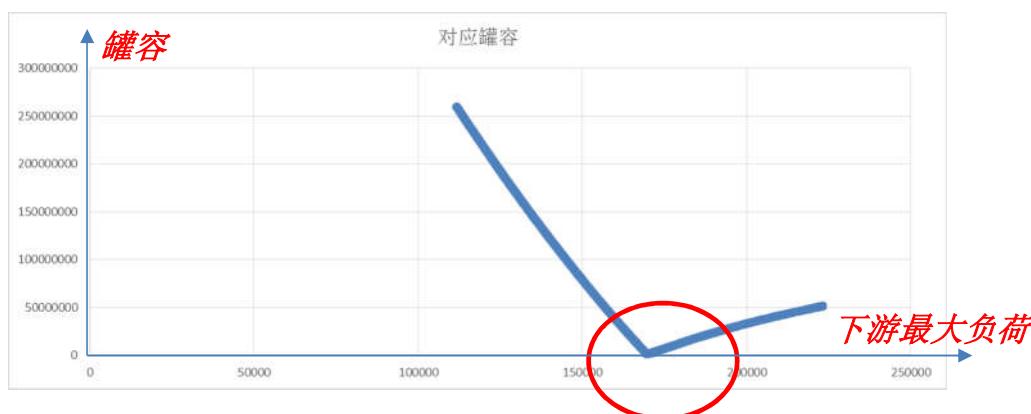
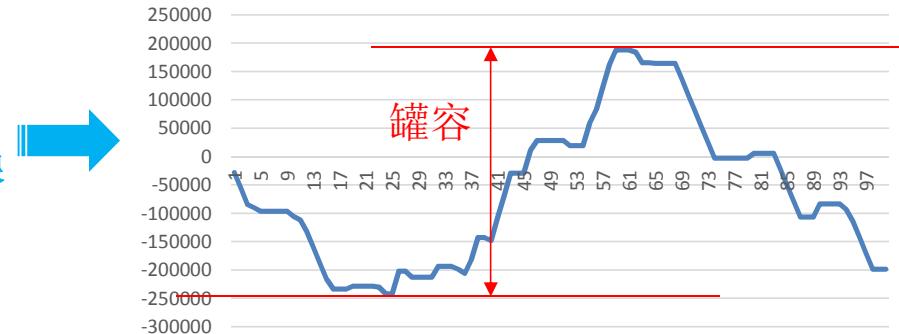
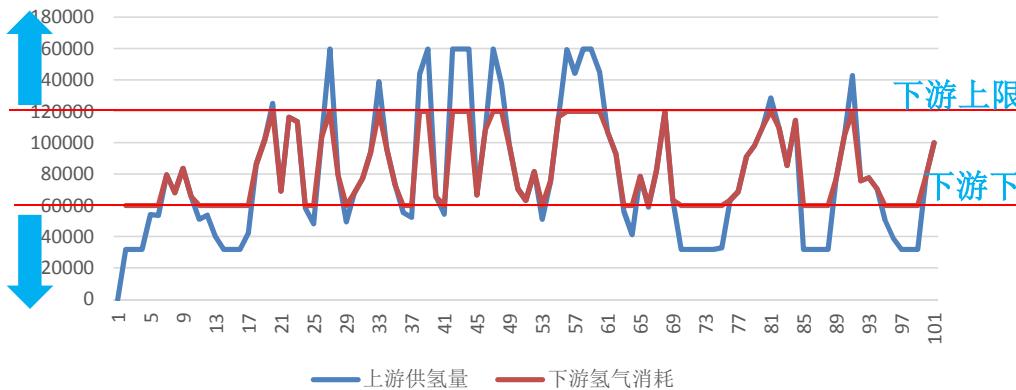


6.1-绿电-绿氢-绿氨/绿醇

源网荷储系统计算软件功能：

在一定的预设边界条件下，基于单位产品综合投资/成本最小为目标，自动对多变量因素影响进行分析，找到合适的风/光配比、弃/补电比例、确定风光电装机容量，电解槽容量、储氢规模以及下游化工装置规模（供氢量）。

一、实时变化调节：从影响罐容的因素出发，找出最优调节方法使氢储罐容积最小

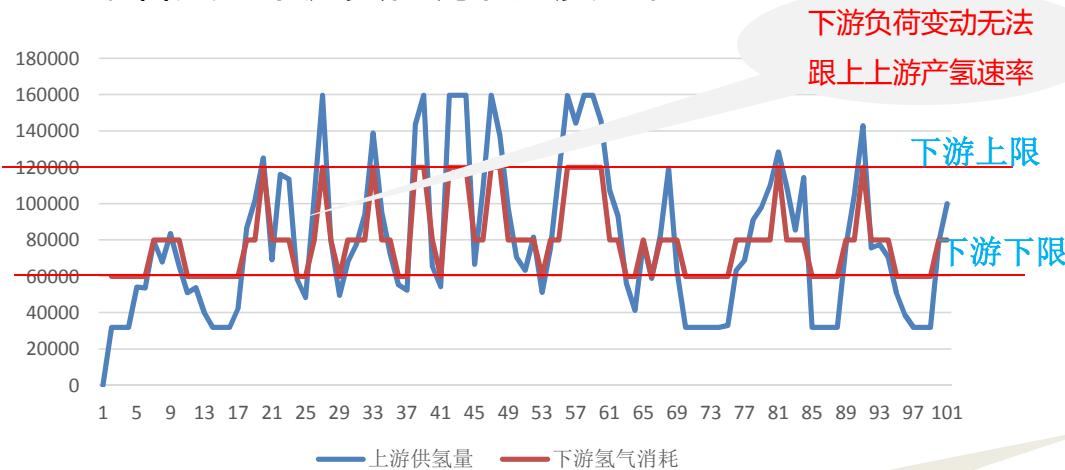


虚拟氢储罐容积随下游合成氨装置负荷变化曲线

由之前方案②计算可知，每一组下游上下限对应一个计算罐容值，**当下游负荷上下限比例确定时**，即对应左上图中的红线相对位置不变，两者同时上下滑动时，就能计算多个罐容值；

在实际项目中（下游负荷区间为20~100%），我们将上游8760个产氢数据分别作为下游最大负荷，计算8760个对应缓冲罐容积（实际计算中我们进行了算法优化），得到左下图**下游最大负荷-罐容曲线**，进而确定出使V最小时的x，即确定了最佳下游负荷区间

在确定了最佳的 x 变量后，我们继续加入 y 变量，由于 x 变量已经确定，此时罐容函数可以简化为 $V = f(y)$ ，此时的罐容受到下游负荷调节速度的制约



y : 下游
负荷调节速度

考虑实际下游负荷调节情况，我们引入了**下游负
荷调节频率**和**每小时负荷变化极限值**两个参数，
来满足实际化工装置要求

我们在计算程序内巧妙嵌入了均值控频算法：比如设定允许48小时调负荷一次，我们将全域时间按照48小时一段进行分组，每组的上游产氢均值作为下游负荷，当这个均值超出下游上下限时，则以边界值作为此段分组的下游负荷值

PART 7

小结

小结：

- 1、当前重点关注生物质制甲醇及生物基CO₂耦合绿氢制甲醇的项目，由于绿色甲醇的高溢价，项目内部收益率可达到基准IRR以上
- 2、生物质制甲醇重点关注生物质气化技术，特别是加压气流床气化技术和一次制粉技术
- 3、风光电制氢技术中重点关注和开发柔性氨合成技术、柔性甲醇合成技术、柔性甲烷化合成技术；五环控温甲烷化适应负荷变动最具优势；
- 4、煤基甲醇及合成氨与绿氢的耦合在当前很难产生竞争力，除非政策有刚性约束（如大幅提高碳税、煤化工企业逐年提高绿氢比例）

小结：

- 5、当前建设的煤化工装置，建议考虑一定柔性，为未来耦合绿氢打下基础
 - 5.1 低甲真空解析，尽可能多产高浓度CO₂；
 - 5.2 变换、脱碳考虑调节副线；
 - 5.3 甲醇合成、氨合成装置考虑更宽的操作弹性；
 - 5.4 尽可能电气化驱动和电气化加热；
 - 5.5 可用控温甲烷化来消除或减轻绿氢的波动；
- 6、根据每个项目具体配置，定制柔性化装置的智慧控制系统



企业介绍

PART-8 企业介绍

■ 公司简介

- ◆ 位于湖北武汉，成立于1958年，前身是化工部第四设计院，现隶属于中国化学工程集团有限公司；
- ◆ 公司拥有工程设计综合甲级资质、石油化工施工总承包壹级资质、安全生产许可证和工程咨询等甲级资质，并享有对外工程咨询、工程设计及工程承包经营权；
- ◆ 首批获得全国AAA级信用企业资格的工程公司；
- ◆ 具有工程建设项目全过程承包和管理功能的国际型工程公司；
- ◆ 六十多年来，中国五环为中国化学工业的发展和腾飞做出了杰出贡献，在工程科技领域硕果累累：累计完成境内外3000余项大中型设计项目和300多项工程总承包项目，业务遍及国内31个省、直辖市和自治区和全球30多个国家和地区。





■ 业务领域

序号	主要业务领域
1	氨及氨加工
2	磷肥及磷化工
3	煤化工
4	油气储运（包括LNG、LPG、低温罐等）
5	有机新材料、有机化工
6	环境工程、工业园区基础设施
7	氟硅化工
8	电子级化学品
9	新能源（电解水制氢）
10	硫酸、硝酸和各种有机酸、无机酸

序号	主要业务领域
11	纯碱、烧碱、氯化工
12	轻烃综合利用
13	高端精细化学品
14	城市煤气、液化石油气
15	天然气化工
16	农药
17	医药工程
18	供热、供电、供暖、供水
19	工业及民用建筑
20	生态治理

■ 业务范围



□ 工程咨询 (I)

项目建议书、预可研、可研、环境影响评价等。

□ 工程设计 (E)

总体院、总体设计、基础设计、详细设计等。

□ 工程项目管理 (PMC)

□ 项目总承包 (EPC)

EP+C , EPCM , EPCC , F+EPC , EPC+O&M

等。

□ 研发

新技术研发、工艺包开发、计算机软件开发等。

□ 投融资服务

■ 公司资质

序号	资质名称	等级
1	工程设计资质证书	综合甲级
2	建筑业企业资质证书	石油化工工程施工总承包壹级 建筑工程施工总承包贰级
3	安全生产许可证	
4	工程咨询资信证书	石化、化工、医药、石油天然气甲级 生态建设和环境工程乙级
5	压力容器设计单位批准书	SAD全部
6	压力管道设计单位批准书	GA-GCD全部
7	质量、环境、职业健康安全管理体系	LRQA

■ 公司实力

□ 荣获国家级总承包、设计及咨询类奖项合计逾300项；

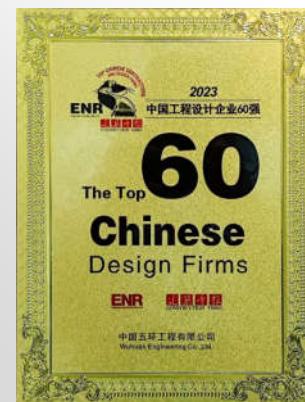
□ 荣获部级各类奖项逾100项；

□ 协会颁发的EPC

奖5次、银钥匙



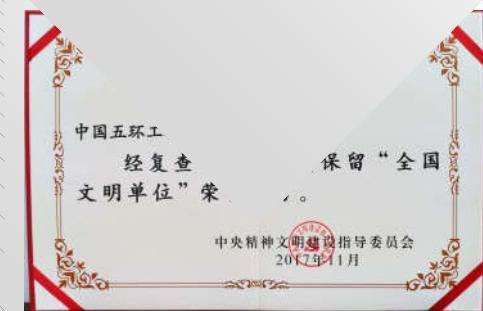
金钥匙奖、银钥匙奖
——中勘协工程总承包



2023年度工程新闻纪录“60强”
——ENR《工程新闻纪录》、中国《建筑时报》



“海外工程标杆企业”前三甲
——2019年度全国勘察设计行业

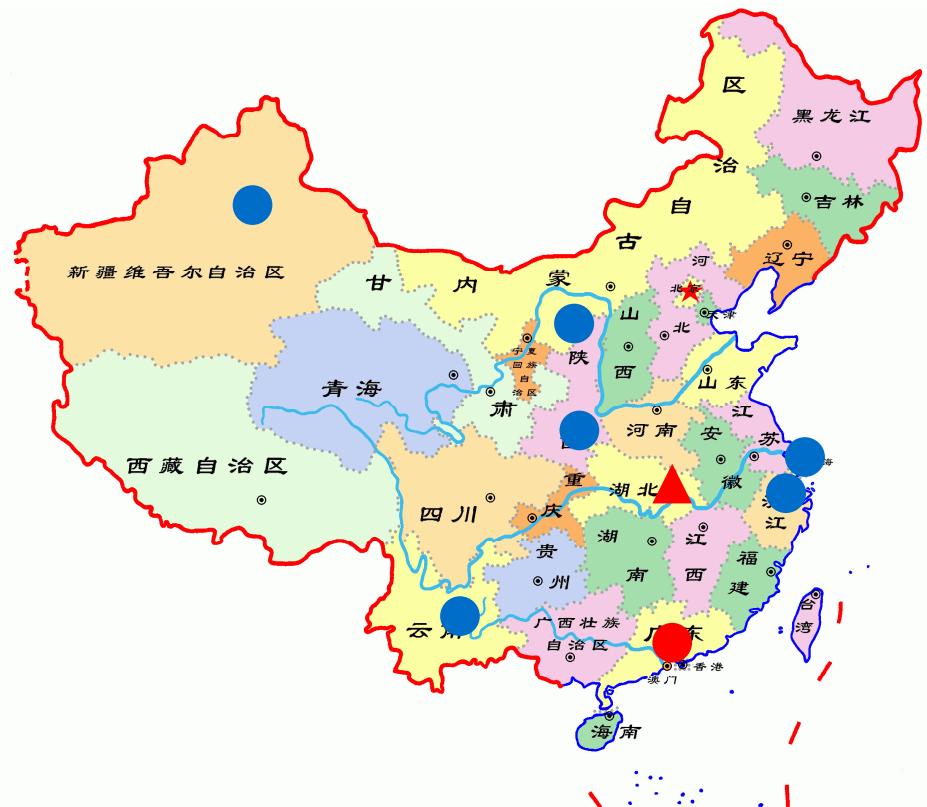


“湖北省
——
“全国文明单位”
——中央精神文明建设指导委员会



中国五环
WUHUAN

■ 国内布局



湖北总部

广州分公司（第二中心）

经营派出机构

华东：上海/南京

西北：西安/鄂尔多斯/乌鲁木齐

西南：昆明

由点到面
深耕发展



区域项目
全面带动

五环公司承接新能源项目

绿氨、绿醇、绿氢类项目

序号	项目名称	设计院	状态	备注
1	XXX公司绿色低碳示范产业项目	五环公司	绿氨可研+拿总设计	绿电制氢用于50万吨/年绿氨
2	XXX年产30万吨 绿色甲醇 项目	五环公司	可研+基础工程设计	生物质气化
3	XX公司年产20万吨液态阳光 绿电制醇 项目	五环公司	可研完成，备案完成	绿氢甲醇（电制甲醇）
4	XX公司“ 风光储+制氢 ”一体化（一期200MW）经济多元化示范项目	五环公司	可行性研究	10套2000Nm ³ /h电解水制氢设备及配套公用工程
5	XX公司30万千瓦 光伏制氢 项目	五环公司	可行性研究	60套1000Nm ³ /h电解水制氢设备及配套公用工程
6	XX公司风光制 绿氢生物质耦合绿色甲醇 项目	五环公司	可行性研究	绿电制氢用于20万吨/年绿色甲醇

五环公司承接新能源项目

绿氨、绿醇、绿氢类项目(续)

序号	项目名称	设计院	状态	备注
7	XX公司50万吨 绿电甲醇 项目，一期25万吨绿电甲醇项目	五环公司	可行性研究	绿氢甲醇（电制甲醇）
8	XX公司 氢能 产业园项目	东北电力设计院有限公司+吉林工程+五环公司	详细设计	绿色氢氨醇一体化
9	XX公司 生物质气化制甲醇 项目	五环公司	可行性研究	生物质甲醇
10	XX公司 绿能 东北项目	五环公司	可行性研究	绿氢耦合生物质气化制甲醇、氨和复合肥
11	XX公司50万吨 绿电甲醇 项目，一期25万吨绿电甲醇项目	五环公司	可行性研究	绿氢甲醇（电制甲醇）

五环公司承接新能源项目

电解水制氢类项目

序号	项目名称	设计院	状态	备注
12	XX公司佛铁 制氢 发展有限公司高明区制氢项目	五环公司	基础工程设计	30套1000Nm ³ /h电解水制氢设备及配套公用工程
13	XX公司佛铁 制氢 发展有限公司高明区制氢装备智造项目	五环公司	可研+工程设计	3000kg级制氢加氢一体站和年产300台电解槽智慧工厂
14	XX公司上海庙经济开发区深能北方 光伏制氢 项目	五环公司	工程设计	9套1000Nm ³ /h电解水制氢设备及配套公用工程
15	XX公司 氢能 及硅全产业链项目	五环公司	工程设计	10万吨/年多晶硅配套电解水制氢装置
16	XX公司新能源4000Nm ³ /h制氢 储氢 设施建设项目	五环公司	可研+工程设计	4套1000Nm ³ /h电解水制氢装置及配套公用工程
17	XX公司硅基新材料产业一体化项目	五环公司	可研+工程设计	20万吨/年多晶硅配套电解水 制氢 装置包括10套1000Nm ³ /h电解槽

五环公司承接新能源项目

电解水制氢类项目（续）

序号	项目名称	设计院	状态	备注
18	XX公司年产20万吨高纯晶硅项目	五环公司	可研+工程设计	20万吨/年多晶硅配套 电解水制氢 装置包括10套1000Nm ³ /h电解槽
19	XX公司公司3万吨年电子级化学品混配项目	五环公司	工程设计	项目包含240Nm ³ /h 电解制氢气
20	XX公司 绿氢与碳捕集 利用经济综合体项目	五环公司	咨询服务	电解水制氢装置、合成氨装置、尿素装置、二氧化碳捕集装置以及配套的全厂公用工程、辅助生产设施等



中国五环工程有限公司

WUHUAN ENGINEERING CO., LTD.

创 建 精 品 工 程
成 就 客 户 事 业

中国五环工程有限公司

肖敦峰

xiaodunfeng@cwcec.com