

5

多策并举，治理与替代并重，努力实施碳中和

Take multiple measures at the same time, pay equal attention to governance and substitution, and strive to implement carbon neutrality

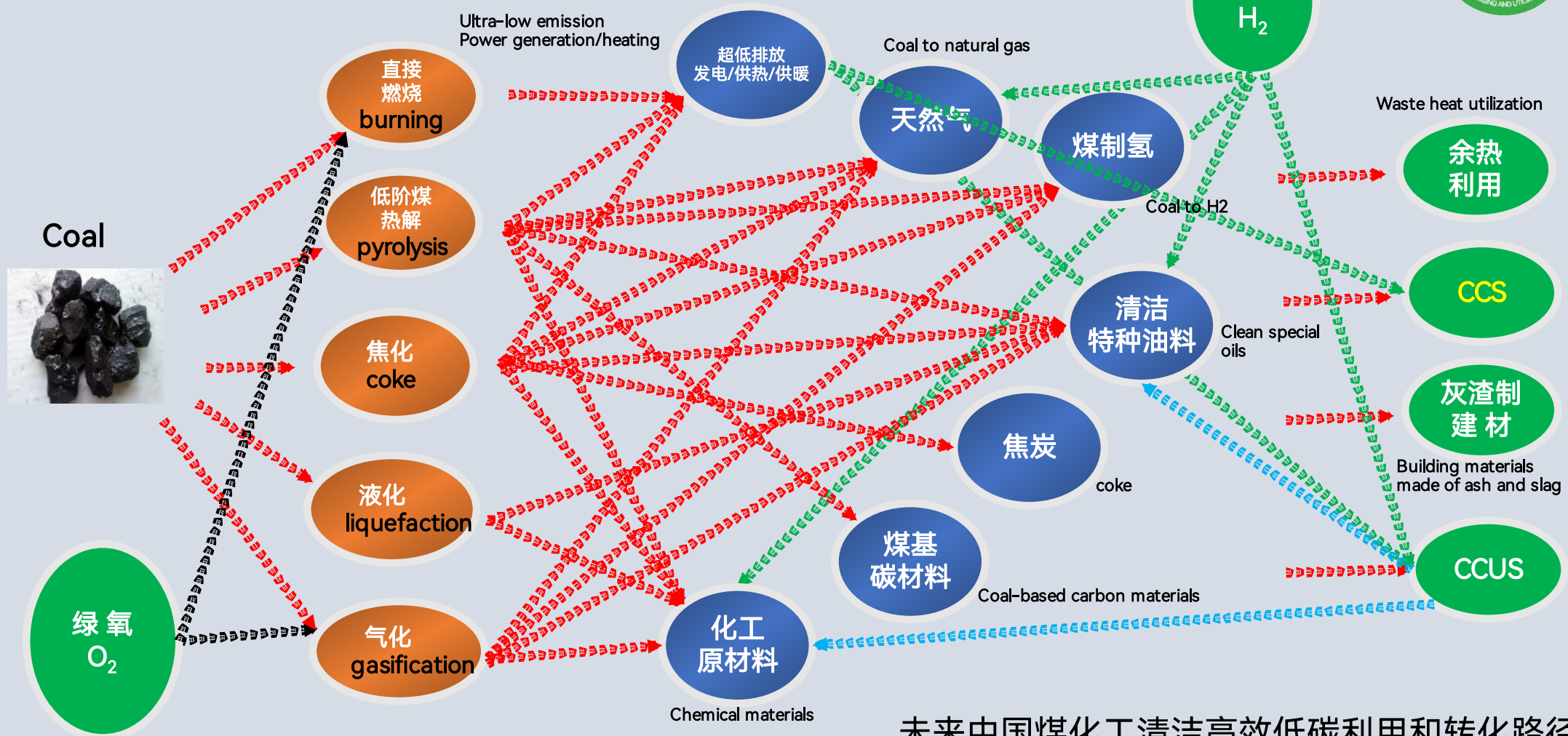
中国的办法是：两条腿走路

China's solution: walk on two legs

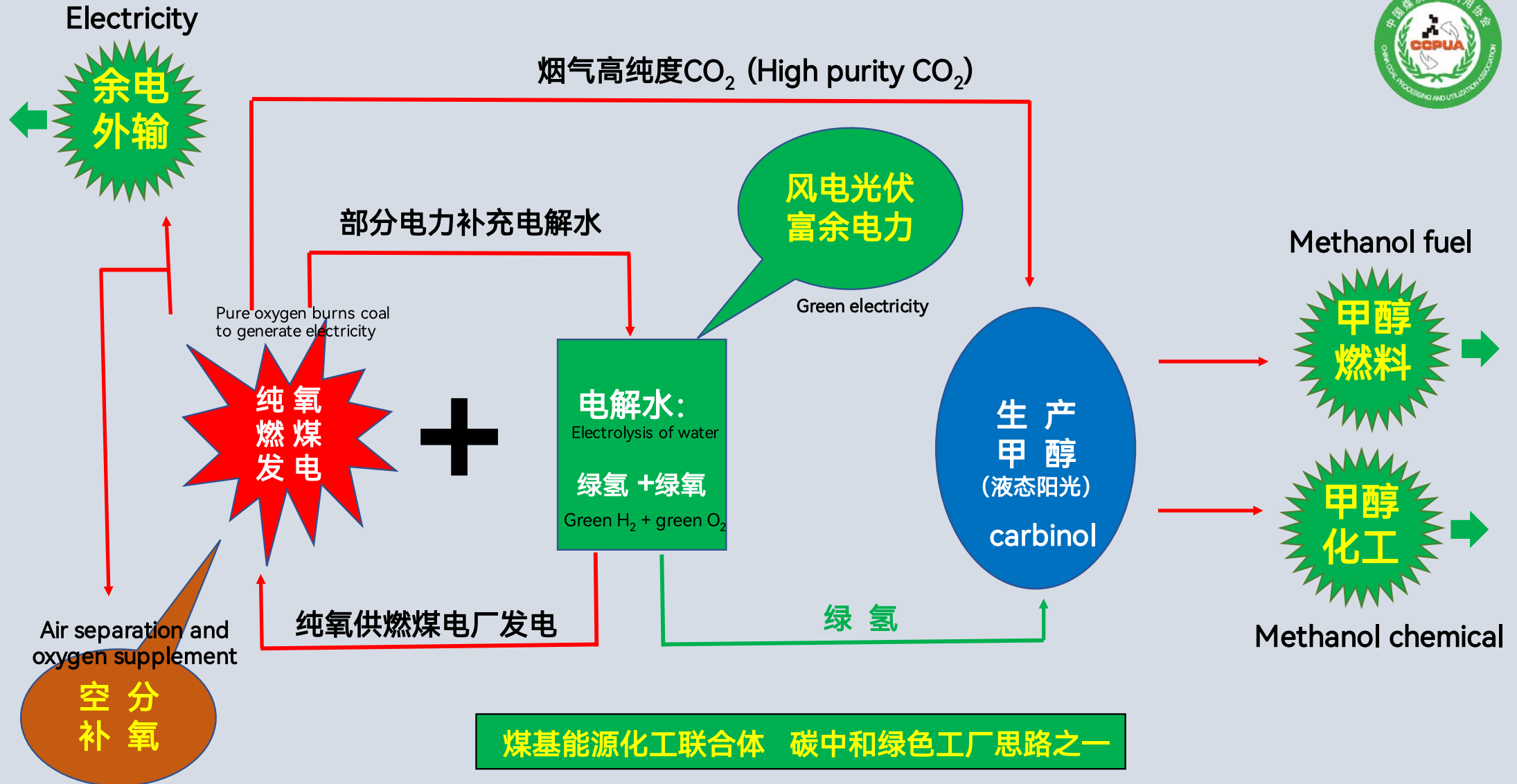


(一) 传统化石能源清洁化低碳化之路

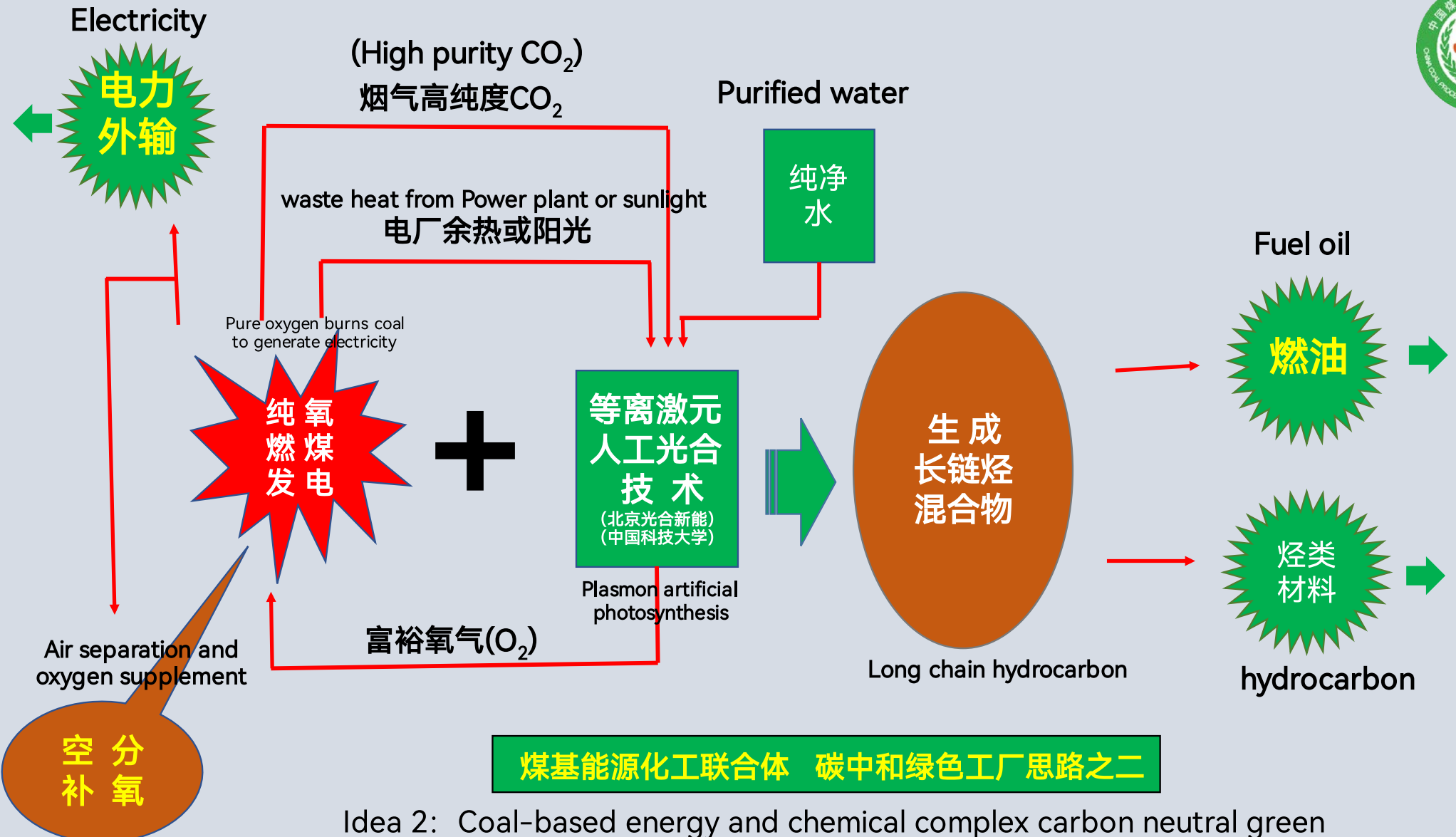
Clean, efficient and low-carbon utilization and transformation path of coal in China in the future



未来中国煤化工清洁高效低碳利用和转化路径



Idea 1: Coal-based energy and chemical complex carbon neutral green factory

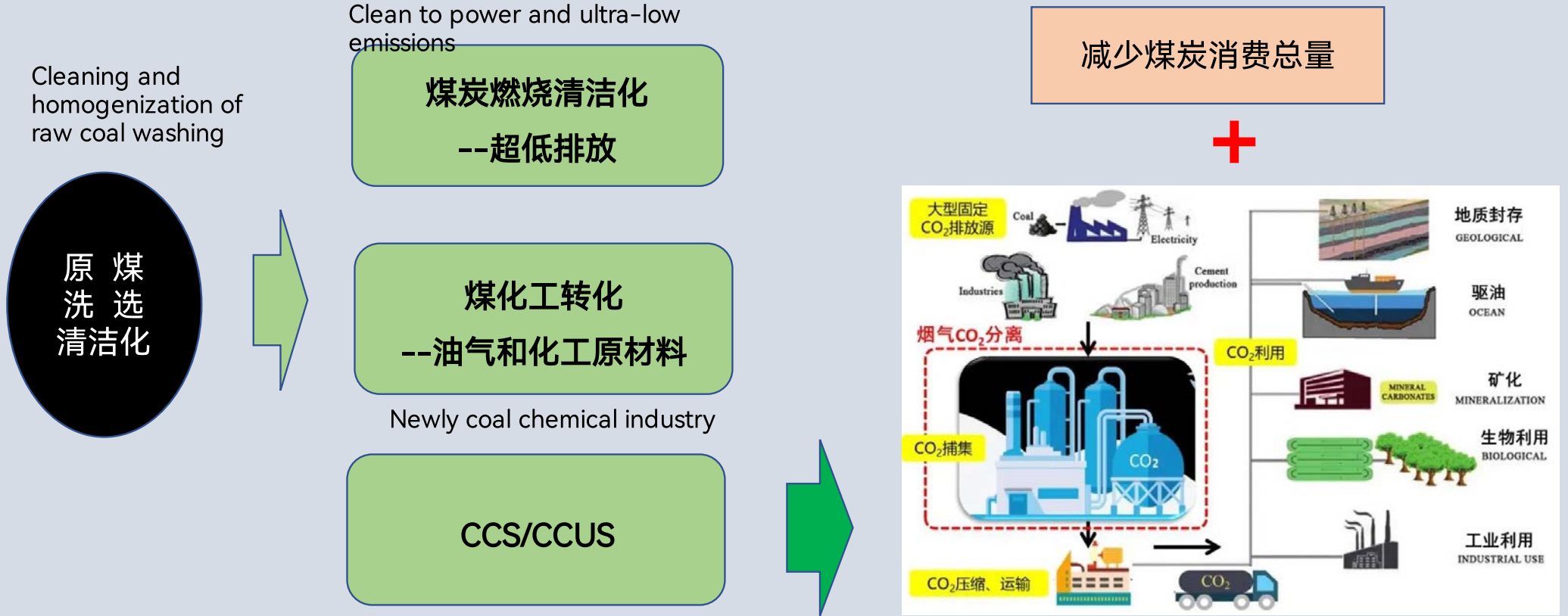


煤基能源化工联合体 碳中和绿色工厂思路之二

Idea 2: Coal-based energy and chemical complex carbon neutral green factory

中国的煤炭清洁高效低碳化利用发展路径框架

China's future path of clean and low-carbon coal utilization



措施1：加大煤炭洗选，是清洁高效利用的优先选项



Measure 1: Increasing coal washing is the priority option for clean and efficient utilization

- 加大原煤洗选、提高煤质、提高能效，减少碳排放强度。
Increase raw coal washing, improve coal quality, improve energy efficiency, and reduce carbon emission intensity
- 全面推动选煤厂智能化、大型化；动力煤干法分选。
Comprehensively promote the intelligent and large-scale CPP; Dry separation of thermal coal
- 革新采选工艺，鼓励采选充一体化发展。
Innovation of mining and sorting technology, encourage the integrated development of mining-sorting-charging



措施2：继续推动绿色煤电 / Measure 2: Green coal power



燃煤发电+超低排放+CCS/CCUS百万吨级CO₂示范项目投入运行。包括煤氨混燃、CO₂直接利用、深部盐水层压注、驱油驱气、等离子人工光合制油料和化工原材料、加氢制甲醇-烯烃、矿化固化充填采空区等。

Coal-fired power generation + Ultra-low emission + CCS/CCUS million-ton CO₂ demonstration project put into operation. It includes Ammonia-doped combustion, direct utilization of CO₂, deep injection landfill, oil and gas displacement, artificial photosynthesizing of oil and chemical materials by plasmin, hydrogenation of methanol-olefin, mineralized solidified filling of gob, etc.



图为烟台煤氨混燃（35%）示范成功发布会（40MW）

China's coal+35%NH₃ to power(40MW)

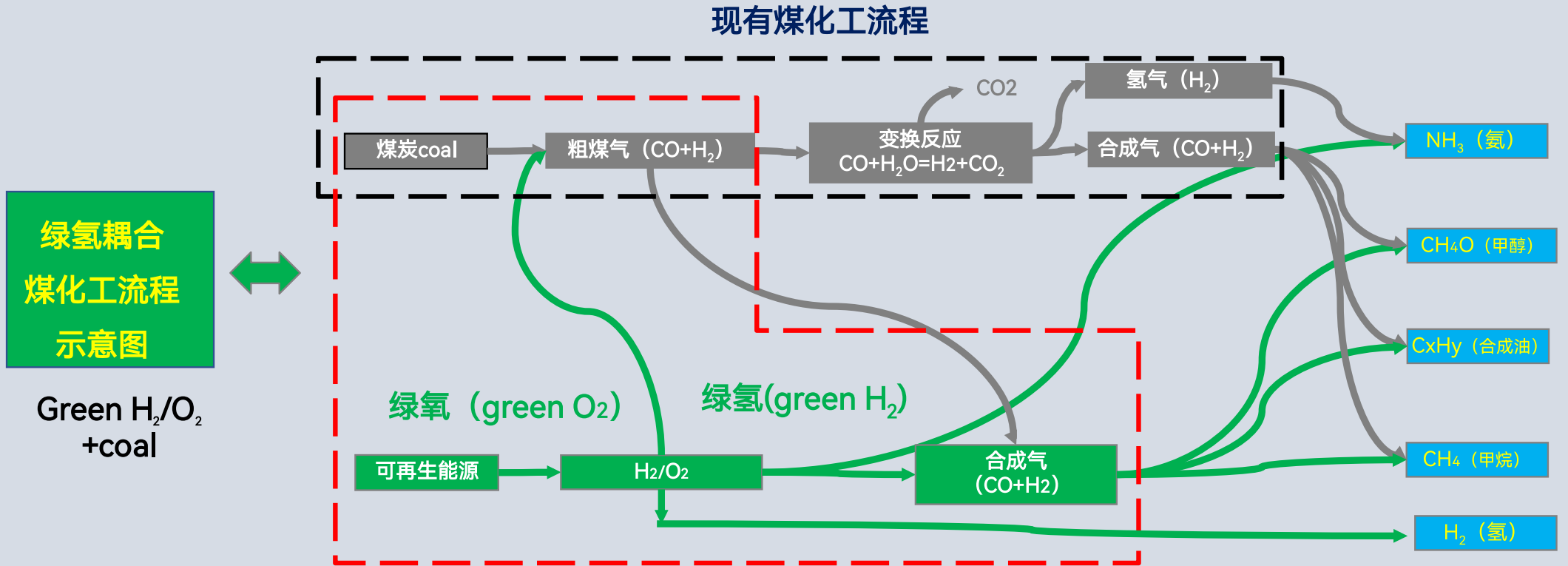


图为国家能源江苏泰州电厂4#机组50万吨CO₂碳捕捉/碳循环利用现场

The picture shows the 0.5Mt CO₂ CCU+CCUS site of Unit 4# of National Energy group, Taizhou Power Plant

措施3: 现代煤化工与新能源耦合发展, 实现煤化工产业园区“厂内碳中和”不是梦

Measure 3: The coupling development of modern coal chemical plant and new energy, and the realization of "in-plant carbon neutrality" in coal chemical park will be a nice dream

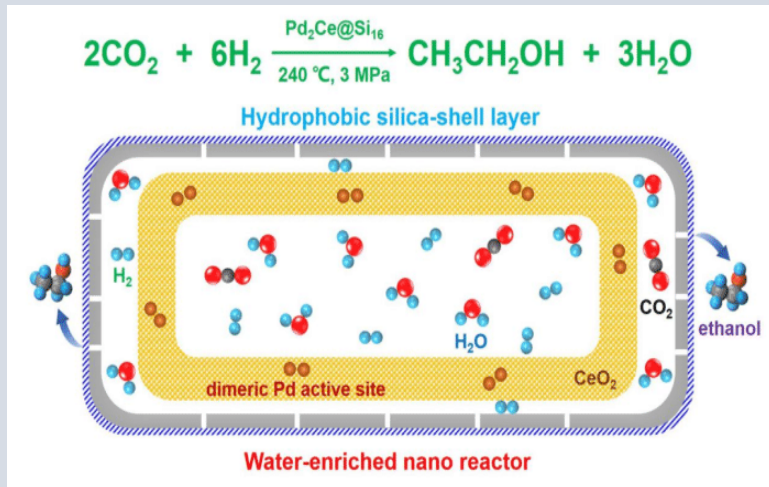


措施4：煤化工CCUS正在扩大规模示范



Measure 4: Coal chemical CCUS has a broad prospect

(1)、CO₂制乙醇



中国江南大学化学与材料工程学院刘小浩教授团队创新性地采用结构封装法，构筑了纳米“蓄水”膜反应器，在国际上首次实现了CO₂在温和条件下一步法将CO₂近100%转化为乙醇。

措施4：煤化工CCUS正在扩大规模示范

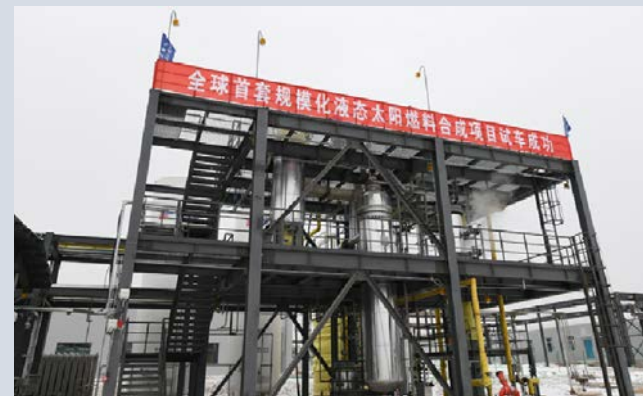
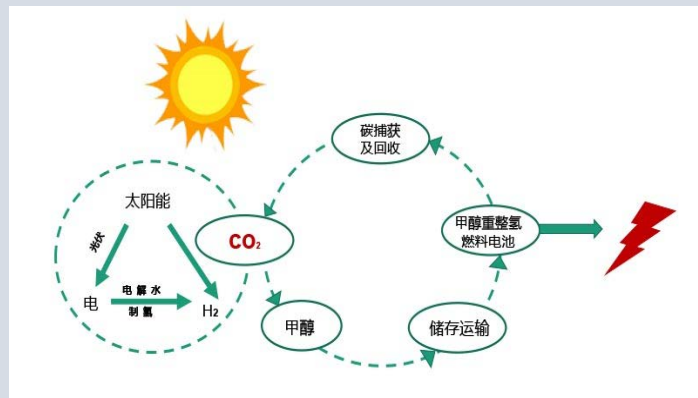


Measure 4: Coal chemical CCUS has a broad prospect

(2)、CO₂+green H₂ to carbinol

“液态阳光”-绿色甲醇

“液态阳光”千吨级示范项目由太阳能光伏发电、电解水制氢和二氧化碳加氢合成甲醇三个基本技术单元构成。2020年1月，“液态阳光”示范项目投料试车，进料3个小时后生产出液体甲醇产品，经权威机构测评，甲醇有机物含量达到99.5%。生产1吨液态阳光甲醇可消纳6000多度电、1.25吨CO₂。



措施4：煤化工CCUS正在扩大规模示范

Measure 4: Coal chemical CCUS has a broad prospect



CO₂加氢制汽油中试成功

(3)、1kt/a CO₂ + green H₂ to gasoline



千吨级CO₂加氢制汽油中试装置



符合国VI标准的汽油产品

全球首套1000吨/年CO₂加氢制汽油中试装置开车成功，生产出符合国VI标准的清洁汽油产品，突破了CO₂加氢规模化高选择性制汽油关键技术。

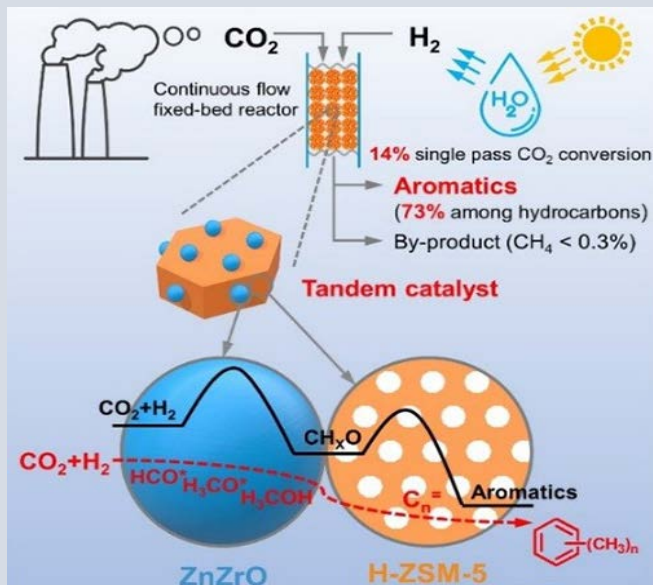
措施4：煤化工CCUS正在扩大规模示范



Measure 4: Coal chemical CCUS has a broad prospect

CO₂加氢制芳烃研究取得新进展(工艺A)

(4)、CO₂+green H₂ to Aromatics (Tec.A)



大连化物所二氧化碳加氢制芳烃研究取得新进展

利用芳烃可以合成众多的聚合物材料，利用可再生资源的氢将CO₂转化为具有高附加值的芳烃，使CO₂以聚合物材料的形式储存下来，既可以实现CO₂碳资源化利用，又可以起到减排CO₂作用，具有重要的战略意义。

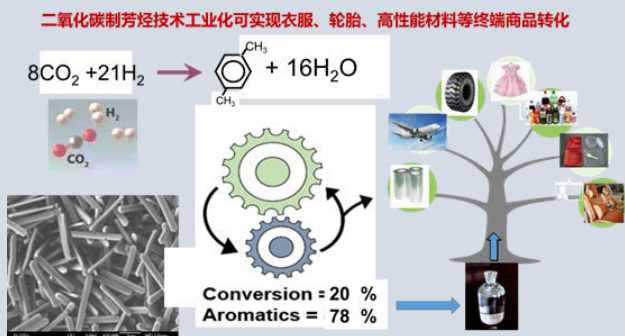
措施4：煤化工CCUS正在扩大规模示范



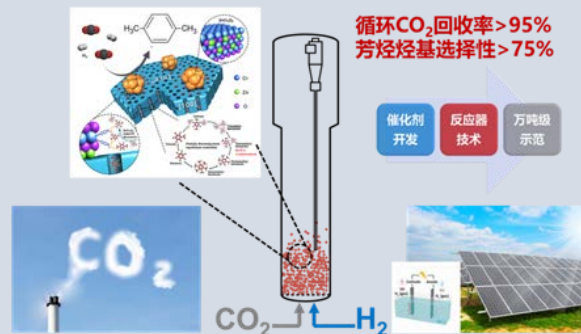
Measure 4: Coal chemical CCUS has a broad prospect

CO₂加氢制芳烃技术(工艺B)

(4)、CO₂+green H₂ to Aromatics (Tec.B)



一步法流化床二氧化碳制芳烃成套技术开发



流化合成气一步法制芳烃 (FSTA) 技术采用低氢碳比合成气直接制备芳烃，兼顾更好原子经济性的同时，可推动煤化工原料、产品之间形成产业链，带动上下游一体化发展。团队开发的新型催化剂，在250-400° c和2-5 MPa下，通过芳烃池的引入打破原有ASF分布的限制，CO转化率大幅提高，总芳烃的烃基选择性达83.3%。

措施4: 煤化工CCUS正在扩大规模示范



Measure 4: Coal chemical CCUS has a broad prospect

中国正在全力开展CO₂ 新型CCUS研究和示范

(5)、China continues to study and test CCS/CCUS, For example:

CO₂制蛋白/CO₂ to protein



在河北曹妃甸投产的首套钢铁尾气生物发酵工业装置, 年产饲料蛋白5000t/a

CO₂制淀粉/CO₂ to starch



2021年9月23日, 中国科学院天津工业生物技术研究所马延和研究员在发布会上向媒体介绍从CO₂到淀粉全合成研究成果



措施5、中国正在加大各种场景的大型CCS示范

Measure 5: China is ramping up large-scale CCS demonstrations in a variety of scenarios

①、国能鄂尔多斯煤制油分公司10万吨/年级CCS示范项目已稳定运行12年

The 100 kt/a CCS demonstration project has been running stably for 12 years



1. 吨油综合能耗（吨标煤/吨）—生产一吨油品消耗的能量：1.69
2. 吨油原料煤消耗（吨/吨）—生产一吨油品需要原料煤：3.23
3. 吨油水耗（吨/吨）—生产一吨油品需要水量：5.82
4. 能源转化效率（%）—产品热值与原料热值的比值：58

中国第一套10万吨/年的CCS（CO₂捕集与封存）示范项目已经稳定运行12年，从煤制油生产线中捕集CO₂，提纯、液化并封存，2011年打通全流程并成功将超临界液态CO₂注入地下盐水层，每年减排CO₂约10万吨，相当于4150亩森林碳汇。

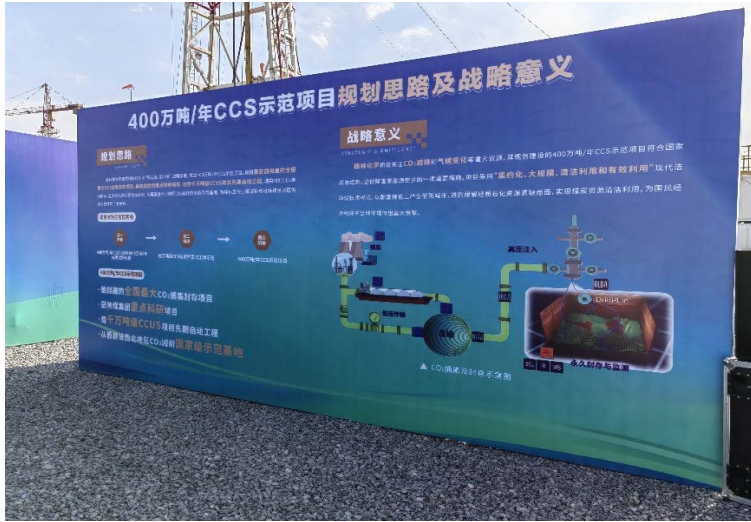
CCS示范项目为中国CO₂的处置提供技术支持，同时走出了一条全新的环保型发展低碳能源经济道路，也为中国建设煤基低碳能源系统做出了积极探索。

措施5、中国正在加大各种场景的大型CCS示范

Measure 5: China is ramping up large-scale CCS demonstrations in a variety of scenarios

②、中国煤化工领域首个大型CCS示范项目成功开钻 进入实质性施工阶段

The first 4 Mt/a large-scale CCS demonstration project at a coal chemical plant in China has successfully started drilling to saltwater layer and entered the substantive construction stage



2023年3月30日，陕西榆林化学公司400万吨/年CCS示范项目40万吨/年先导试验项目榆碳1井（勘探井）开钻仪式现场

400万吨/年级煤化工CO₂咸水层地质封存技术I期40万吨/年示范项目启动。该示范项目分为三个阶段实施，第一阶段为40万吨/年CCS先导试验；第二阶段为百万吨级CCS技术开发与工程示范；第三阶段为400万吨/年CCS示范项目。

措施5、中国正在加大各种场景的大型CCS示范

Measure 5: China is ramping up large-scale CCS demonstrations in a variety of scenarios



2023年6月，首个百万吨级海上碳封存示范工程—恩平15-1油田碳封存示范工程在珠江口海域正式投用



广东惠州启动我国首个千万吨级二氧化碳捕集、利用与封存集群项目，将捕集大亚湾各石化企业排放的二氧化碳，输送到海上进行封存



百万吨级齐鲁石化—胜利油田百万吨级CCUS项目正式注气



国家能源集团江苏泰州电厂4#机组50万吨CO₂碳捕捉/碳循环利用现场

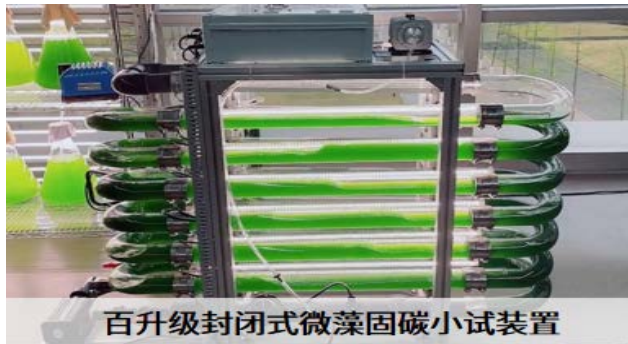


措施6、中国正在全力开展CO₂ 新型碳中和研究和示范

Measure 6、Large-scale newly demonstration of biomass carbon sequestration

①、封闭式微藻固碳试验

Carbon sequestration experiment by microalgae



②、新型能源植物-超级芦竹示范种植

Super Arundo donax L planting demonstration

