

碳达峰、碳中和背景下的产品与技术

丁杰

2021.04.08

中国·上海

目录

CONTENT

- ◆ 术语与定义
- ◆ 国际承诺及行动纲领
- ◆ 国家承诺及行动纲领
- ◆ 企业的社会责任
- ◆ 我们能够做什么
- ◆ 我们应该做什么



01

术语与定义

能源

■ 一次能源（天然能源）

指在自然界现成存在的能源，如煤炭、石油、天然气、水能等。

■ 二次能源

指由一次能源加工转换而成的能源产品，如电力、煤气、蒸汽及各种石油制品等。

■ 化石能源

碳氢化合物及其衍生物。包含的天然资源有煤炭、石油和天然气。

■ 清洁能源

即绿色能源，是指不排放污染物、能够直接用于生产生活的能源，它包括核能和“可再生能源”。

■ 可再生能源

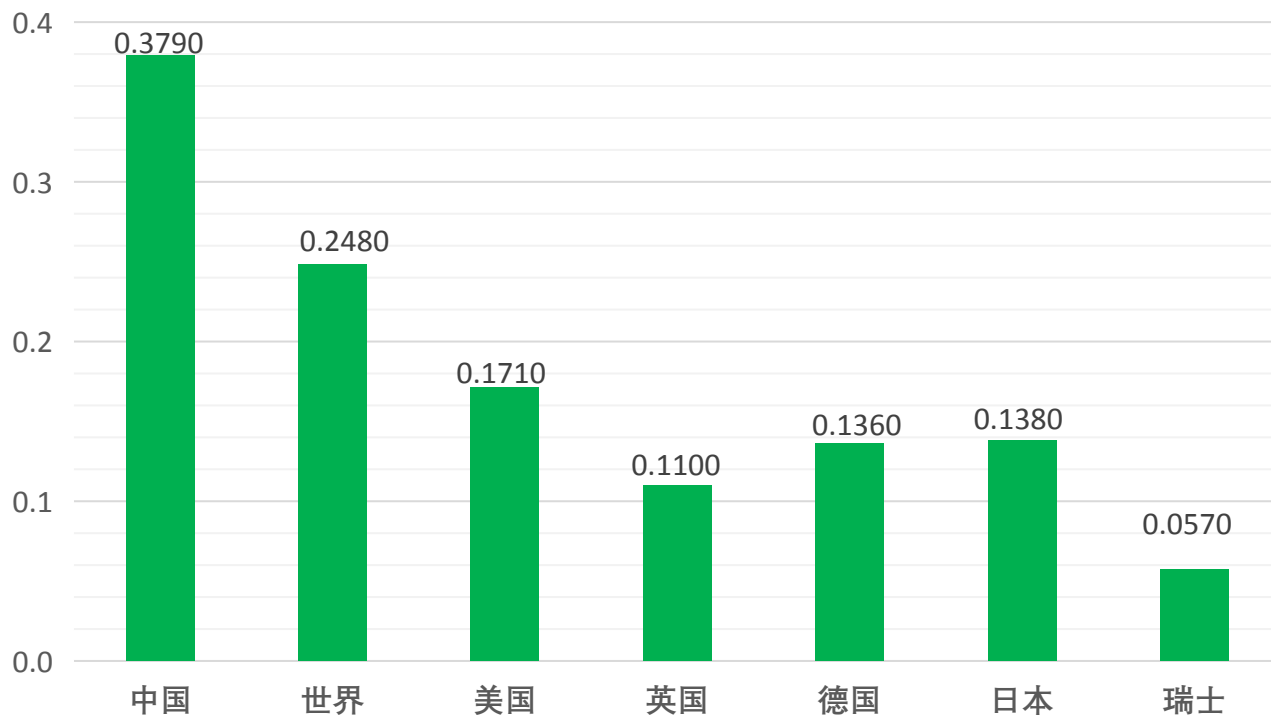
在自然界可以循环再生。包括太阳能、水能、风能、生物质能、潮汐能、海洋温差能、地热能等。



能源效率对比

中国能源效率与世界平均水平、领先水平比较（2019年）

吨油当量/人民币万元GDP



来源：世界能源统计年鉴

（国外数据折算为：吨油当量/万元人民币）

- 以万元GDP能耗评价能源效率；
- 折算为“吨油当量/万元人民币”，比较中国能源效率和世界平均水平、世界领先水平的差距；
- 中国万元GDP能耗逐年降低，表明能源效率有所提高；
- 2019年，**万元GDP能耗为0.3790吨油当量**，高于世界平均水平0.25，远高于世界领先水平（0.06~0.13），表明中国能源利用效率十分低下。

“碳” (CO₂)

■ 碳达峰

二氧化碳的排放不再增长达到峰值，之后逐步回落。

■ 碳中和

通过植树造林、节能减排等途径，抵消自身所产生的二氧化碳排放量，实现二氧化碳“零排放”。

■ 碳汇

指通过植树造林、森林管理、植被恢复等措施，利用植物光合作用吸收大气中的二氧化碳，并将其固定在植被和土壤中，从而减少温室气体在大气中浓度的过程、活动或机制。

■ 碳交易

碳排放权交易，简称碳交易，交易对象通常为温室气体二氧化碳的排放配额。

■ 碳税

针对二氧化碳排放所征收的税。

■ 碳捕获

主要是指将二氧化碳捕获后，存放在地下或海底里。

■ 碳捕集

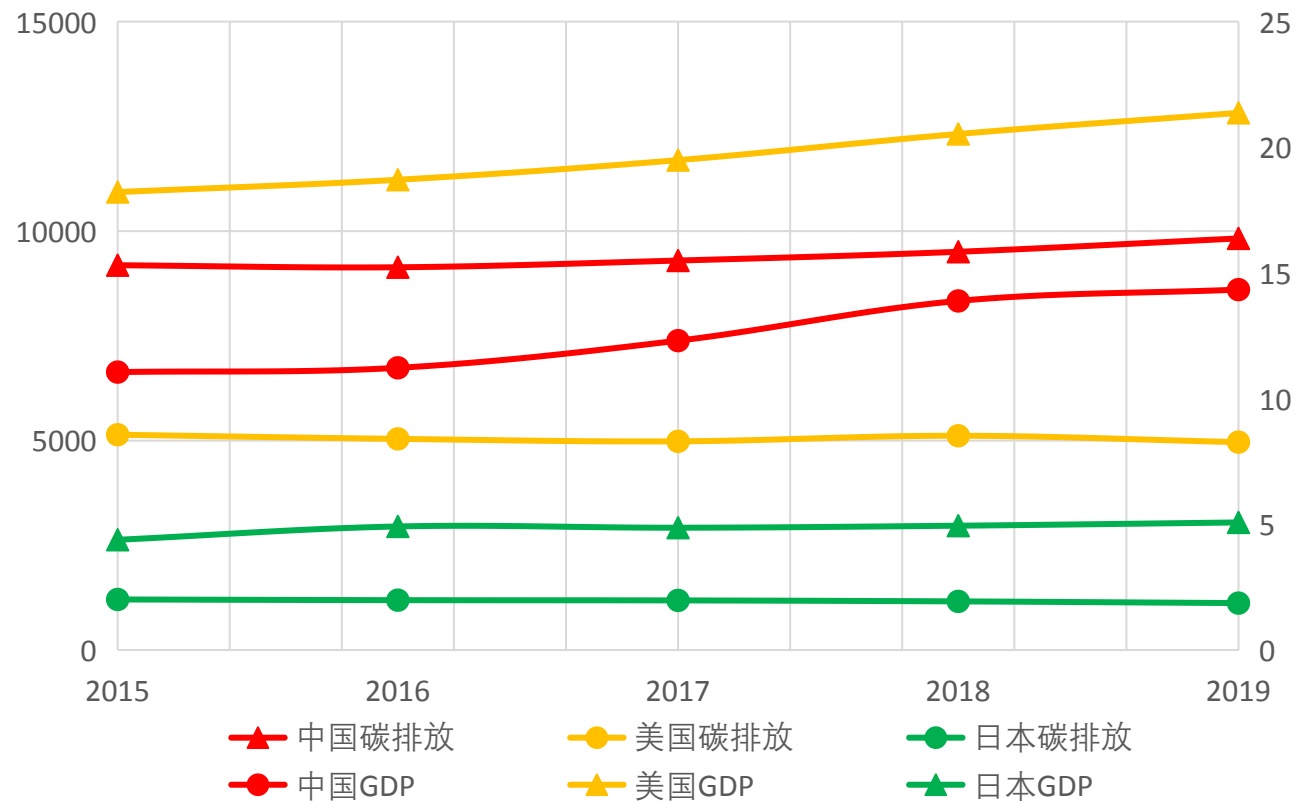
把生产过程中排放的二氧化碳进行提纯，继而投入到新的生产过程中进行循环再利用或封存。

“碳” (CO₂)

京都议定书中规定控制的6种温室气体为：二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、氢氟碳化合物、全氟碳化合物、六氟化硫。其中**二氧化碳**由于含量较多，对全球升温的贡献百分比约为**25%**。

碳排放对比

中国、美国、日本的碳排放和GDP对比



数据来源：BP世界能源统计年鉴2020

- 2019年，折算万亿美元GDP碳排放，中国、美国、日本分别是830.6、282.2、275.4百万吨，**中国是日本的3.02倍、美国的2.94倍**；
- 单位GDP碳排放居高不下表明中国能源利用率低下；
- 发展低碳经济是可持续发展的关键；
- 随着世界碳交易市场的发展和中国对环境问题的日益重视，整个低碳发展领域将呈现井喷式发展。
- 碳达峰碳中和将提供1800万个工作岗位。涉及核能，光伏，风能，生物质能，氢能，水能等清洁能源领域，以及其他相关领域。其中，电力系统将逐步以核能为核心。



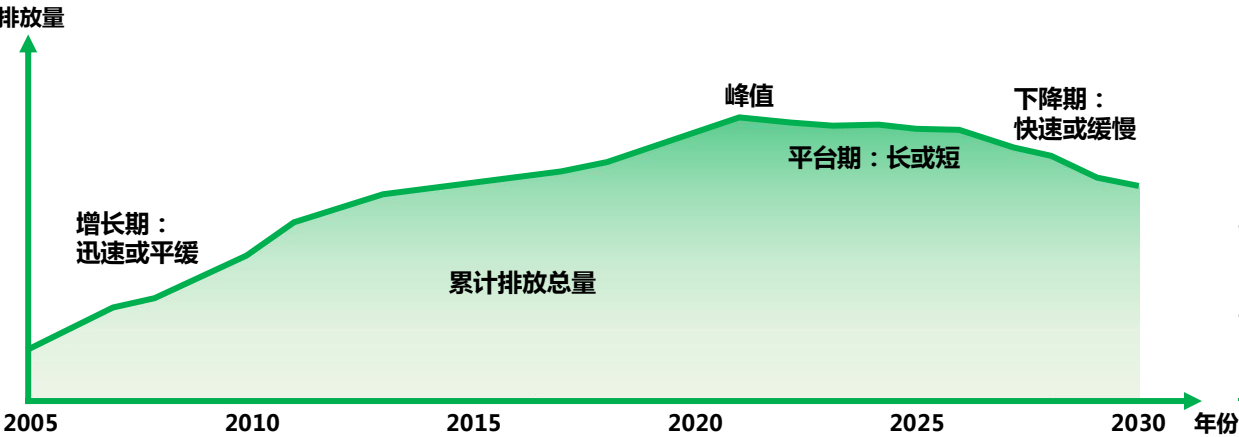
02

国际承诺及
行动纲领

国际承诺

碳达峰

目前全球已经有54个国家的碳排放实现达峰，占全球碳排放总量的40%。日本、马耳他、新西兰、韩国的碳排放均在2020年前达峰，而中国、马绍尔群岛、墨西哥、新加坡的碳排放预计在2030年以前达峰。

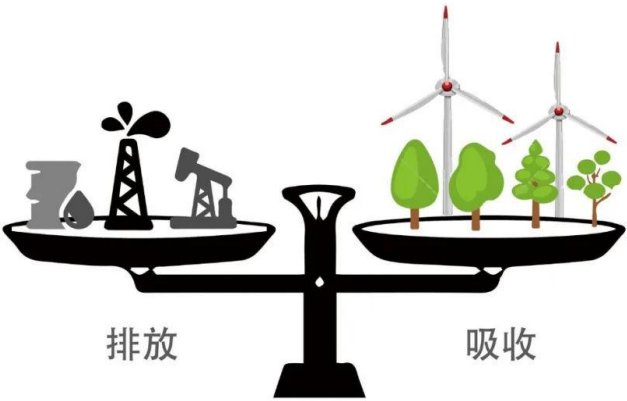


时期	国家（时间）
~1990	阿塞拜疆、白俄罗斯、保加利亚、克罗地亚、捷克、爱沙尼亚、格鲁吉亚、德国、匈牙利、哈萨克斯坦、拉脱维亚、摩尔多瓦、挪威、罗马尼亚、俄罗斯、塞尔维亚、斯洛伐克、塔吉克斯坦、乌克兰。
1990~2000	法国(1991)、立陶宛(1991)、卢森堡(1991)、黑山共和国(1991)、英国(1991)、波兰(1992)、瑞典(1993)、芬兰(1994)、比利时(1996)、丹麦(1996)、荷兰(1996)、哥斯达黎加(1999)、摩纳哥(2000)、瑞士(2000)。
2000~2010	爱尔兰(2001)、密克罗尼西亚(2001)、奥地利(2003)、巴西(2004)、葡萄牙(2005)、澳大利亚(2006)、加拿大(2007)、希腊(2007)、意大利(2007)、西班牙(2007)美国(2007)、圣马力诺(2007)、塞浦路斯(2008)、冰岛(2008)、列支敦士登(2008)、斯洛文尼亚(2008)。
2010~2020	日本、马耳他、新西兰、韩国
2020~2030	中国、马绍尔群岛、墨西哥、新加坡

国际承诺

碳中和

2015年12月，《巴黎气候协定》正式签署，其核心目标是**将本世纪全球气温上升控制在远低于工业革命前水平的2°C以内，并努力控制在1.5°C以内**。要实现这一目标，全球温室气体排放需要在2030年之前减少一半，在2050年左右达到净零排放，即碳中和。为此，很多国家、城市和国际大企业做出了碳中和承诺并展开行动，全球应对气候变化行动取得积极进展。



各国碳中和目标



2060年



2050年



2050年



2050年



2050年



2050年



2060年



2050年

行动纲领（日本）

日本经济产业省发布了《绿色增长战略》，确定了日本到2050年实现碳中和目标。最迟到本世纪30年代中期，乘用车新车销售用电动车取代燃油车；预计2050年日本电力需求将增加30%至50%，未来将加快发展氢能、风能等清洁能源，同时有限度重启核能发电。

总纲领 绿色投资为第一要务

目标一 15年内淘汰燃油车

目标二 清洁发电占比过半

目标三 引入碳价机制



行动纲领（日本）

产业	发展目标
海上风电产业	到2030年安装10GW海上风电装机容量，到2040年达到30-45GW。
氨燃料产业	计划到2030年，实现氨作为混合燃料在火力发电厂的使用率达到20%，到2050年实现纯氨燃料发电。
氢能产业	到2030年将年度氢能供应量增加到300万吨，到2050年达到2000万吨。
核能产业	到2030年争取成为小型模块化反应堆（SMR）全球主要供应商。
汽车和蓄电池产业	到21世纪30年代中期时，实现新车销量全部转变为纯电动汽车（EV）和混合动力汽车（HV）的目标。
半导体和通信产业	实现将数据中心的能耗降低30%；2040年实现半导体和通信产业的碳中和目标。
船舶产业	到2050年将现有传统燃料船舶全部转化为低碳燃料动力船舶。
交通物流和建筑产业	到2050年实现交通、物流和建筑行业的碳中和目标。
食品、农林和水产产业	打造智慧农业、林业和渔业，发展陆地和海洋的碳封存技术，助力2050碳中和目标实现。
航空产业	到2030年左右实现电动飞机商用，到2035年左右实现氢动力飞机的商用，到2050年航空业全面实现电气化，碳排放较2005年减少一半。
碳循环产业	到2030年实现CO ₂ 回收制燃料的价格与传统喷气燃料（航空燃料）相当，到2050年CO ₂ 制塑料实现与现有的塑料制品价格相同的目标。
下一代住宅、商业建筑和太阳能产业	到2050年实现住宅和商业建筑的净零排放。
资源循环产业	到2050年实现资源产业的净零排放。
生活方式相关产业	到2050年实现碳中和生活方式。



03

国家承诺及
行动纲领

国家承诺

2030年前达到峰值，2060年前实现碳中和。

2015.06

巴黎气候大会

2020年实现单位GDP二氧化碳排放相对于2005年下降60%~65%。

2020.09

联合国大会

中国将提高国家自主贡献力度，力争2030年前CO₂排放达到峰值，争取2060年实现碳中和。

2020.11

巴黎和平论坛

习主席在巴黎和平论坛致辞表示：中方将为碳达峰、碳中和制定实施计划。

2020.12

气候雄心峰会

习主席宣布提高国家自主贡献力度的一系列新举措。

行业	实现碳中和的技术	相对难度
交通	出行方式变化、电气化、氢能和生物燃料	★★
工业	再利用和回收、电气化、生物质、氢气、低碳区域供暖和CCUS	★★★★
热力	电气化、生物质、氢气、低碳区域供暖和CCUS	★★★
电力	可再生能源、核电、储能（抽水蓄能和电池）、CCUS和氢气	★

各行业实现碳中和建设要点

能源供给侧

【 电力 + 非电能源碳中和 】

 电力碳中和

 非电碳中和

- ▶ 氢 能
- ▶ 生物质能
- ▶ CCUS

能源需求侧

【 节能 + 减排 + 技术创新 】

 工业行业脱碳

 交通行业脱碳

 建筑行业脱碳

各行业实现碳中和建设要点

能源供给侧

【 电力 + 非电能源碳中和 】



电力碳中和



非电碳中和



氢 能



生物质能



CCUS

电力碳中和

电力领域的碳排放占据我国碳排放总量的40%以上，实现电力碳中和是中国碳排放减低至关重要的一环。加快发展以可再生能源为主的发电技术如风电、光伏、水电、核电、生物质发电等。

非电碳中和

预计2060年，我国仍存在30%的非电能源消费，能源碳中和的最后一步将需要氢能、生物质能和CCUS技术共同发挥作用。

各行业实现碳中和建设要点

能源需求侧

【 节能 + 减排 + 技术创新 】



工业行业脱碳



交通行业脱碳



建筑行业脱碳

工业行业脱碳

- 提高电气化水平，加大氢能、生物质能源、CCUS技术的使用；
- 降低单位产量能耗，优化工业结构；
- 探索新技术生产路径（如：电弧炉炼钢、氢冶金等），实现产能升级；
- 制定环境影响和能源技术相关的评价制度和标准，倡导企业加强部署节能减排技术。

交通行业脱碳

- 道路运输全面电气化，推广新能源汽车的使用；
- 鼓励航运和海运采用生物燃料、合成燃料、氢能等；
- 大力发展智慧交通，构建低碳、便捷的交通系统。

建筑行业脱碳

- 逐步淘汰燃煤和燃气供暖，发展全面电气化的解决方案；
- 全面利用节能环保建材替代传统建材；
- 控制建筑存量的规模，降低建筑能源内耗；
- 完善电器能效标准，制定更加严格的节能标准；
- 大力发展节能和绿色建筑，新建建筑符合绿色建筑标准，老旧建筑改造兼顾绿化要求。

各行业实现碳中和建设要点

实现碳达峰，“十四五”是关键。而随着“碳达峰”“碳中和”目标逐渐落地，从部委到行业都密集出台了一系列具体实施的路线图。经不完全统计，现有29家中央企业公布有关碳中和的实施计划。

中核集团

- 中核集团非核清洁能源产业规模不断扩大，2019年，实现非核清洁能源上网电量127.05亿千瓦时，相当于减排二氧化碳1025.22万吨，造林3.51万公顷。

中国石油

- 中国石油首个碳中和林——大庆油田马鞍山碳中和林，预计栽植乔木2.126万株。

国家能源集团

- 全力推动绿色矿山、绿色工厂建设，推动能源低碳转型，目前以累计种植乔木1793.4万株、灌木1.37亿穴，累计形成森林面积7656.6公顷。

企业名称	企业名称
中国核工业集团有限公司	中国宝武钢铁集团有限公司
中国石油天然气集团有限公司	中国铝业集团有限公司
中国石油化工集团有限公司	中国中化集团有限公司
中国海洋石油集团有限公司	中国建筑集团有限公司
国家电网有限公司	华润（集团）有限公司
中国南方电网有限责任公司	中国节能环保集团有限公司
中国华能集团有限公司	中国中煤能源集团有限公司
中国大唐集团有限公司	中国煤炭科工集团有限公司
中国华电集团有限公司	中国中钢集团有限公司
国家电力投资集团有限公司	中国化工集团有限公司
中国长江三峡集团有限公司	中国化学工程集团有限公司
国家能源投资集团有限责任公司	中国建筑科学研究院有限公司
哈尔滨电气集团有限公司	中国交通建设集团有限公司
中国东方电气集团有限公司	中国煤炭地质总局
鞍钢集团有限公司	



04

企业的
社会责任

企业的社会责任

制订节能减排计划和目标，明确责任主体。

生产与制造

- 在生产过程中贯彻绿色、节能、高效的精益生产模式，不断改进作业方式，提高作业效率，降低作业成本，朝智能制造、智慧制造不断迈进。

能源系统

- 尽可能采用清洁能源，逐步加大清洁能源利用，提高能源综合利用效率。

深焓能源战略

- 积极、稳步、分阶段推进深焓能源战略,归纳、整理、完善、提高，并不断推出新的综合解决方案。在各个细分市场优化，并研发针对性的产品和技术。

推进战略营销

- 通过系统解决方案的推广，实现和顾客协同的转型升级，为顾客创造价值，为自身创造收益，为国家的碳达峰、碳中和目标做出贡献。

示例：预估整个冰山集团全年能源消耗8,684,195kWh，**假设年节能6%**，年节能约**52.1万kWh**，相当于减排**约409吨二氧化碳**，等效植树约270棵（按平均每天节电量计算）。

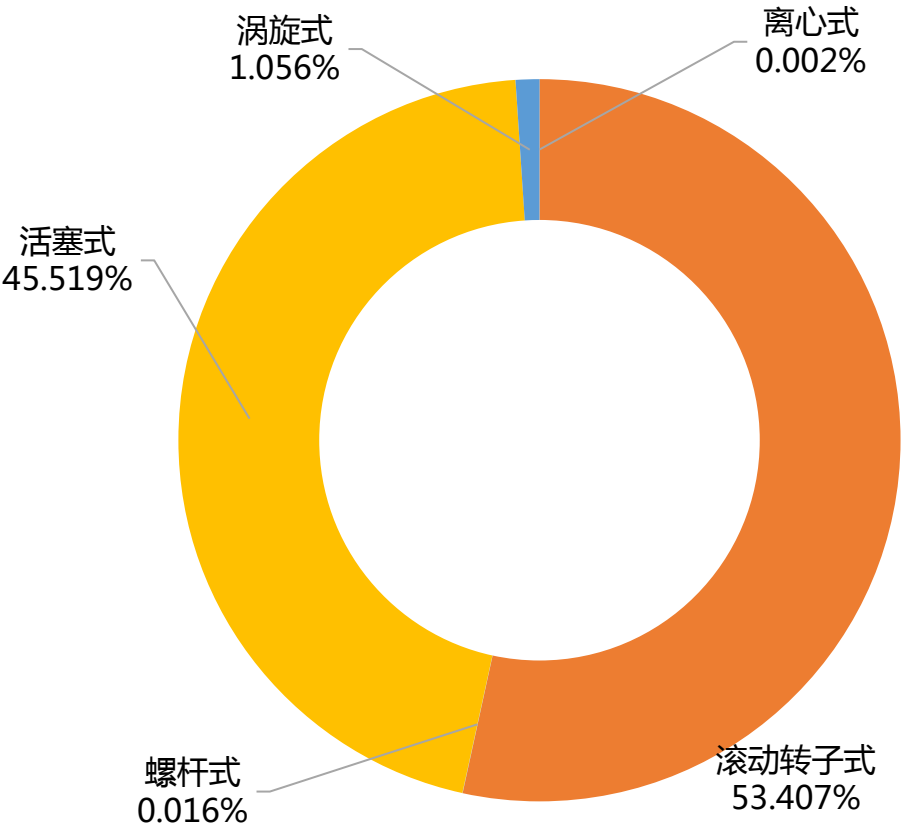


05

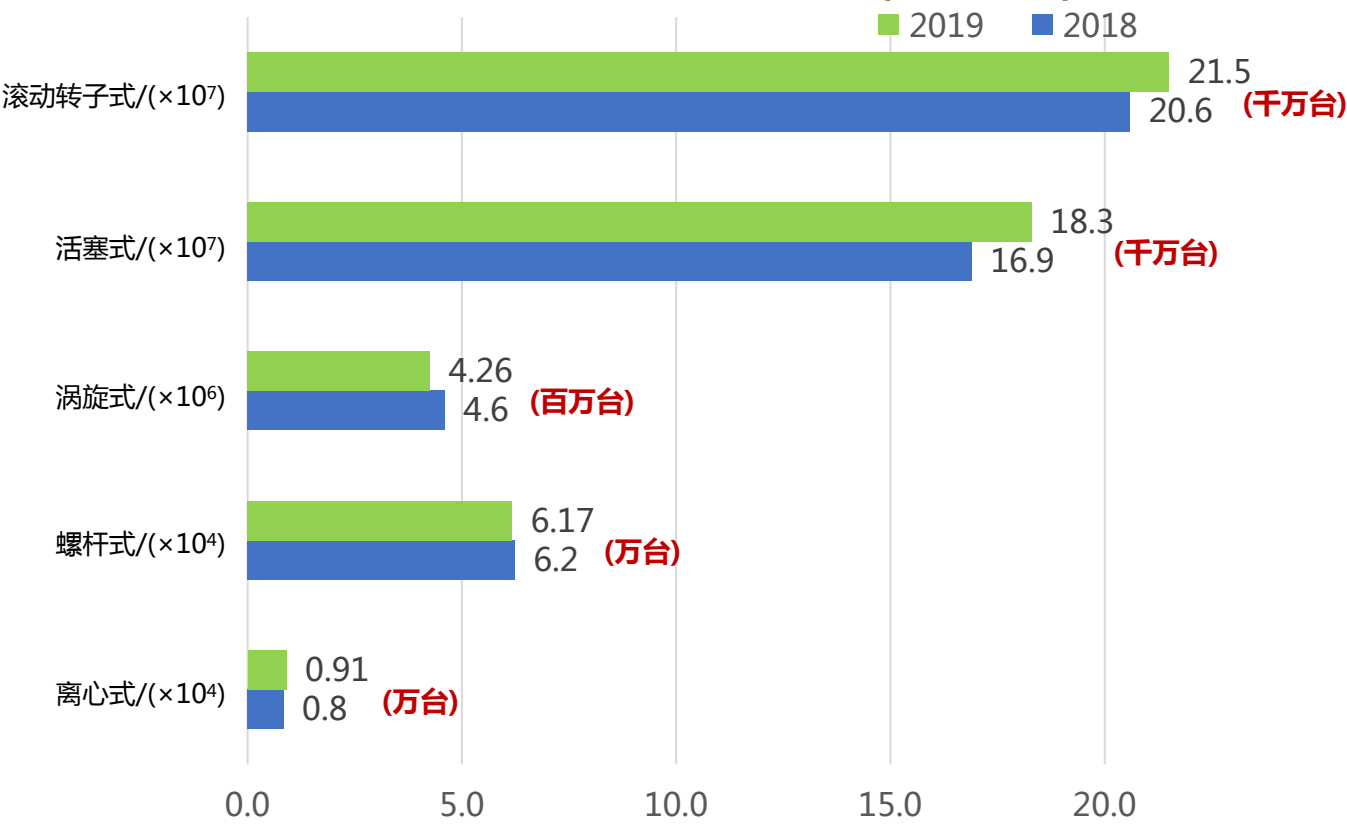
我们能够
做什么

冷区制冷压缩机

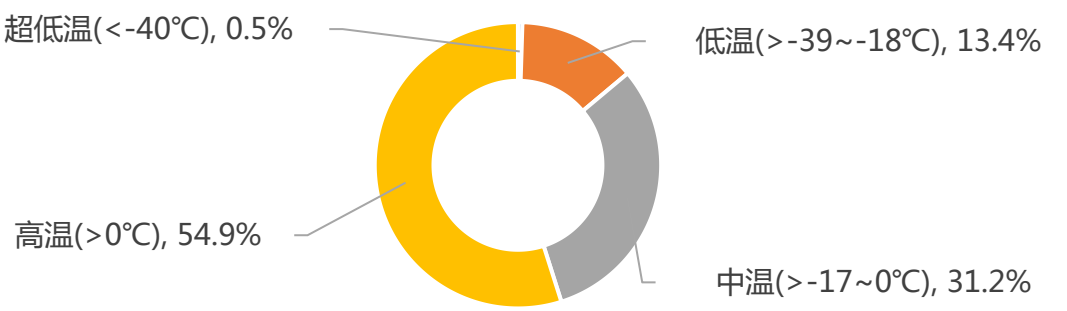
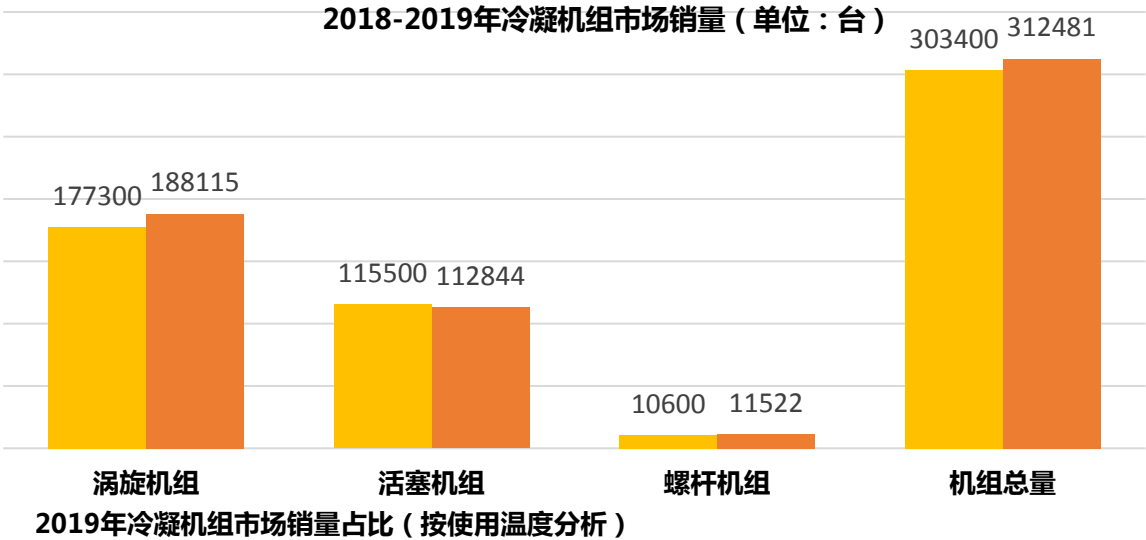
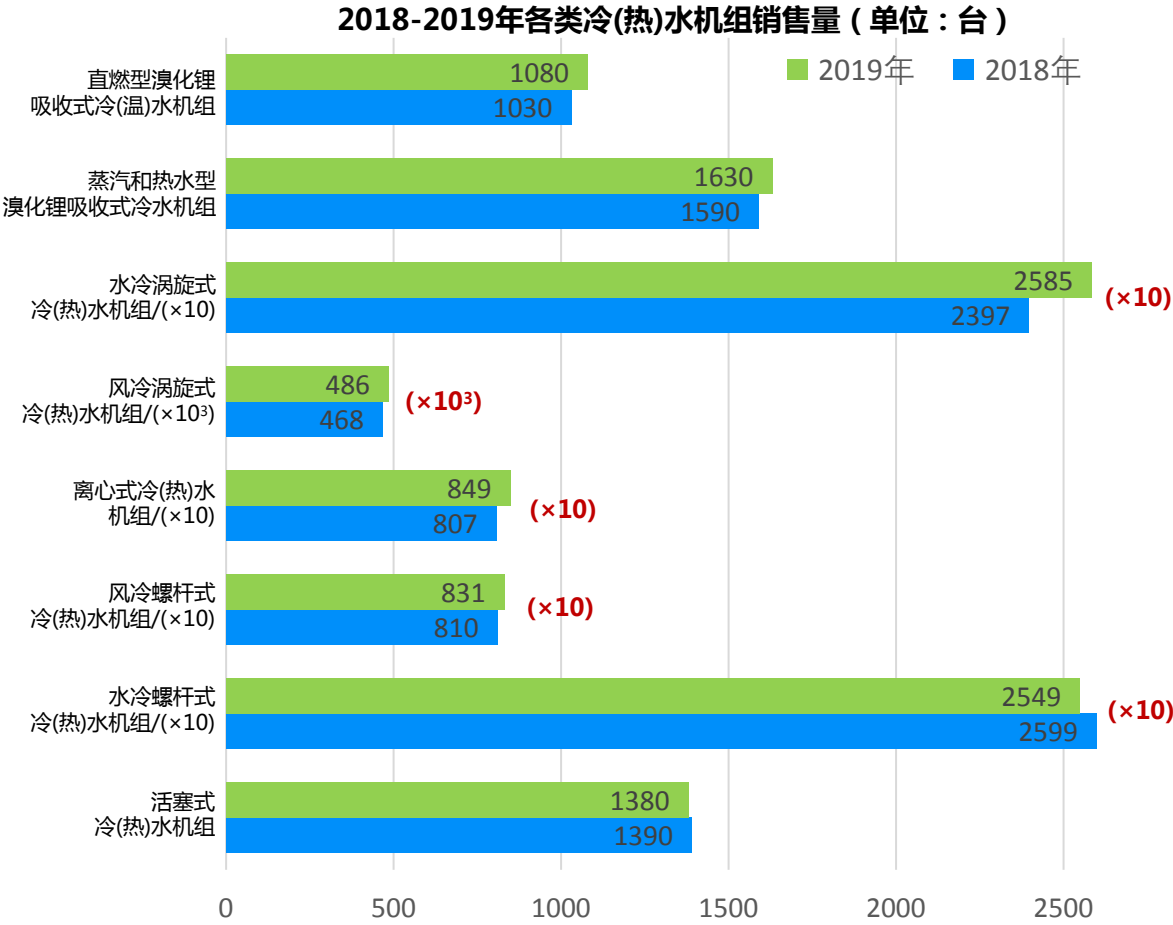
2019年我国压缩机产品结构



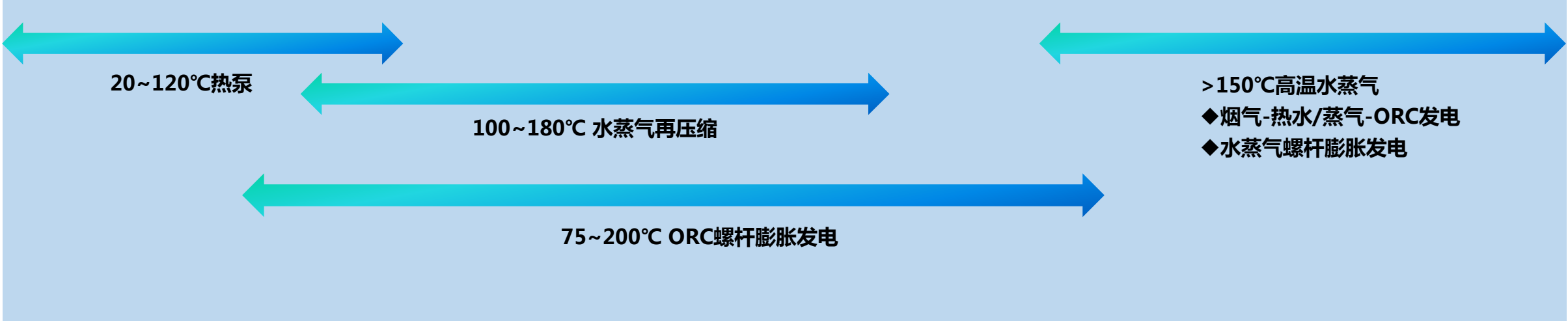
2019年我国压缩机产品销售量 (单位：台)



冷区机组



热区节能类产品



ORC膨胀发电机组（蒸汽、热水）



ORC螺杆膨胀发电机组
(125~1250kW)



ORC透平膨胀发电机组
(单机最大输出~5MW)

热泵机组

低温螺杆热泵机组	45~80℃
复叠的高温热泵机组	65~95℃
冷热双效热泵机组	热端：65/70℃热水 冷端：最低-10℃
高温冷热双效热泵机组	热端：最高制取90℃热水 冷端：最低制取5℃冷水
蒸气热泵机组	回收35~65/70℃余热 制取120℃蒸气
螺杆水蒸汽压缩机组	MVR机械再压缩，制取≤180℃（1MPa）水蒸气

以深冷能源为中心的低碳方案

方案	市场	核心技术	节能减排
非常规天然气净化及液化	小气量井口气、煤层气、页岩气、沼气	MRC超低温	清洁能源
矿井余热回收及热害防护	煤矿、铜矿等井矿	风风换热、热泵深冷取热、热管	取代锅炉，无燃料燃烧
化工尾气分离及液化	合成氨尾气处理、多晶硅尾气处理、燃烧尾气CO2捕获	气体压缩机、MRC超低温	CO ₂ 直接捕获
LNG冷能回收及利用	LNG接收站、卫星站	超低温换热器	每吨LNG可获得冷能830000kWh
余热、余压综合利用	化工余热、余压气体减压过程	ORC技术、直膨技术	每kWh电量折合减排0.997kgCO ₂
大压比MVR蒸汽回热	化工低压水蒸气	大压比水蒸气增压	替代锅炉，无燃料燃烧



矿井综合节能解决方案：

宁夏某煤矿深焓取热项目

项目验收按照《XXXX公司企业自主决策技改项目管理办法》。该项目施工资料齐全、自控程度高、工程配套设备齐全，各项指标、参数均符合技术协议要求，工程质量合格。

- 一级2台乏风源热泵共2910kW，利用矿井回风余热，制取45℃热水，用于加热新风；
- 二级2台乏风源热泵共2160kW，利用矿井回风余热，制取45℃热水，用于建筑采暖；
- 2台涌水源热泵共2920kW，利用矿井涌水余热，制取45℃热水，用于建筑采暖。
- 相比较于原直接燃气方案，2年收回静态投资。

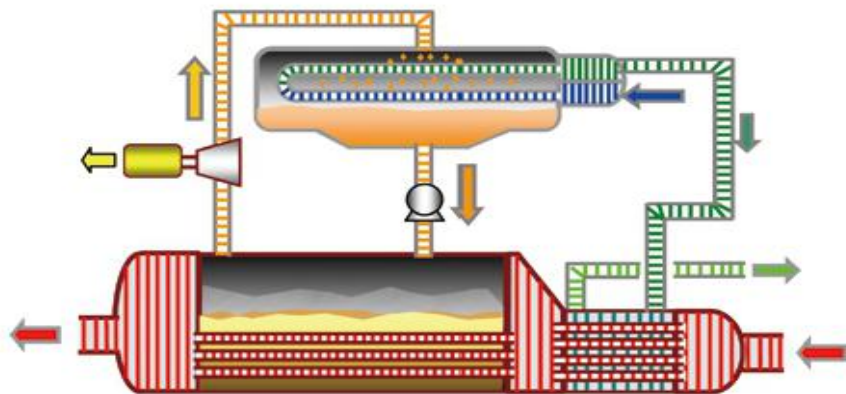
LNG冷能利用

LNG蕴含巨大的冷能，约830MJ/t；传统的气化方式采用海水开架式，冷能释放至海水中，既浪费冷能又污染环境。

一座3Mt/a的LNG接收站，LNG连续均匀气化释放冷能约80MW，全年释放LNG冷能总量约70万MWh（以焓表示约3亿kWh）。

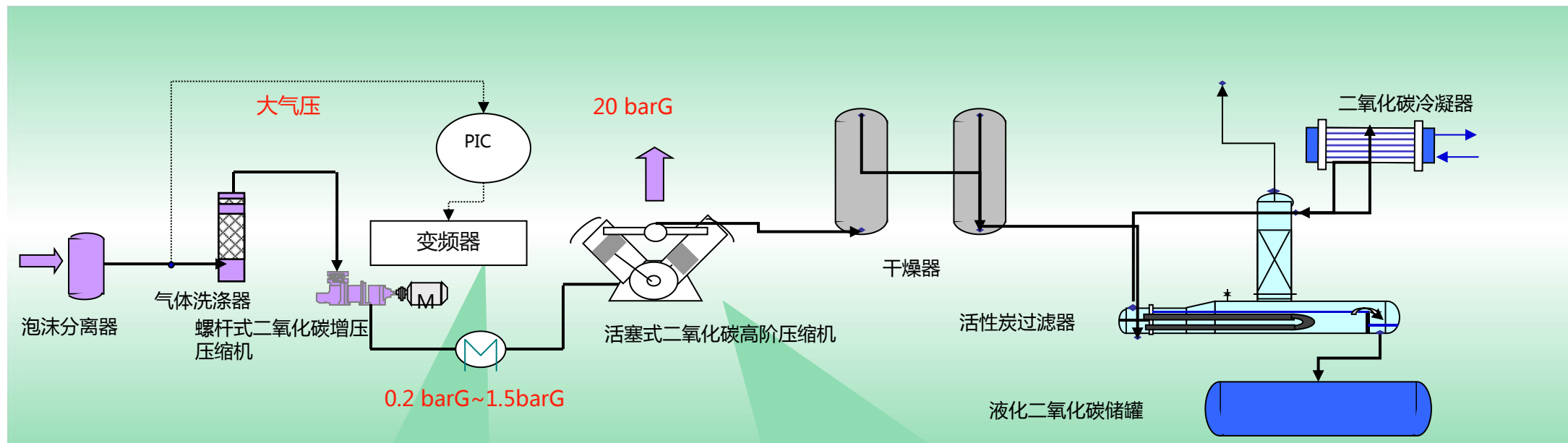
“中介质换热器”是冷能回收的关键技术；

冷能提取可用于空气分离、橡胶破碎、制取干冰、冷冻冷藏、空调等。



啤酒工艺回收CO₂（直接碳捕集）

回收麦芽发酵产生的CO₂，经提纯、压缩、冷凝，生产液态CO₂，用于啤酒充注。



容量控制对应于通过频率控制（变频器）的吸入压力。

活塞式压缩机以恒定转速运转，但质量流量通过改变吸入压力而自动变化。



06

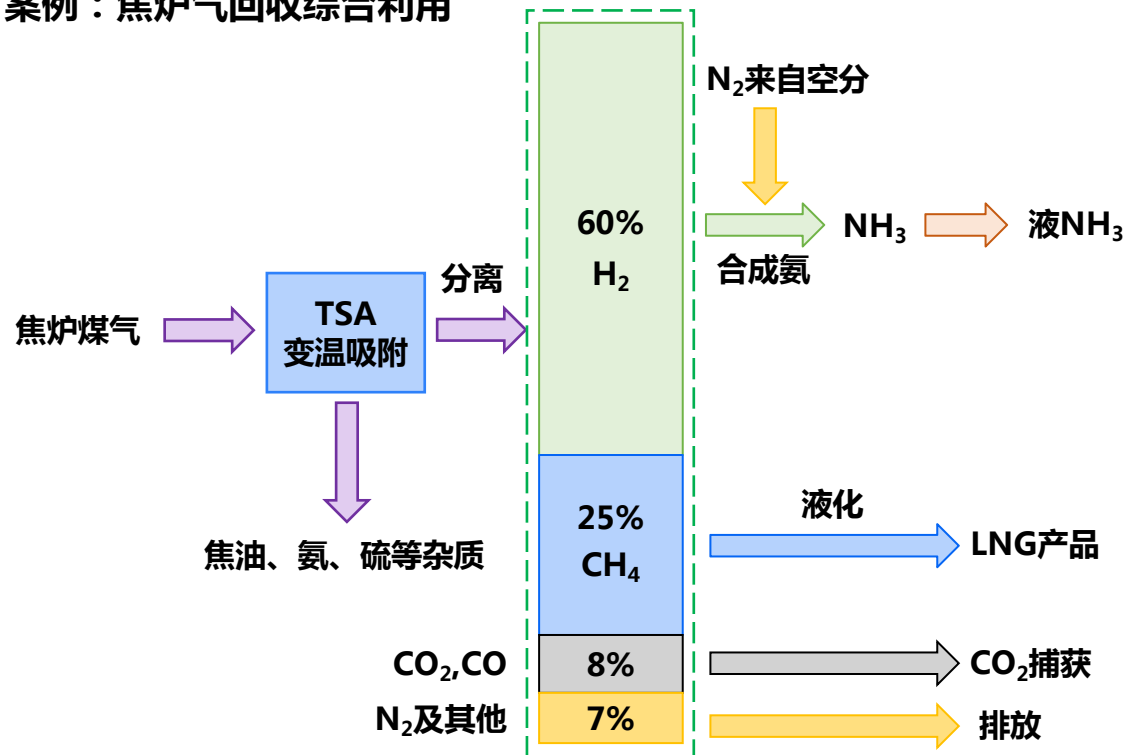
我们应该
做什么

工业节能减排

📦 核心：节能减排，冷热联供。

★ 直接有关：碳捕获，碳回收。

案例：焦炉气回收综合利用

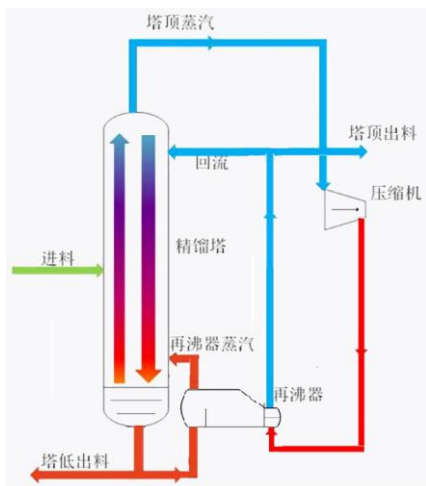


工业节能减排

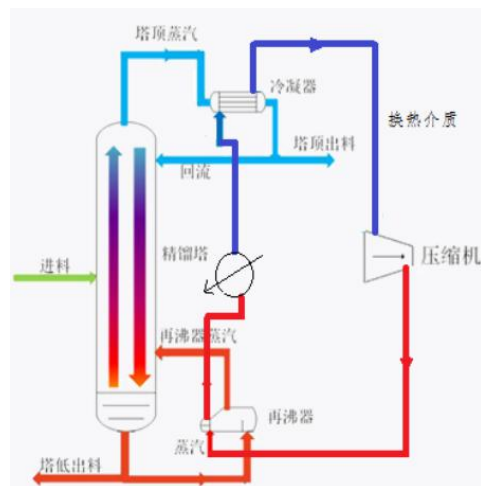
★ 间接有关：间接碳捕获，碳回收。

案例：余热回收

直接蒸汽压缩



间接蒸汽压缩（热泵）



每处理1吨蒸汽，节省能源627kWh，折合碳排放**625.1kg**。



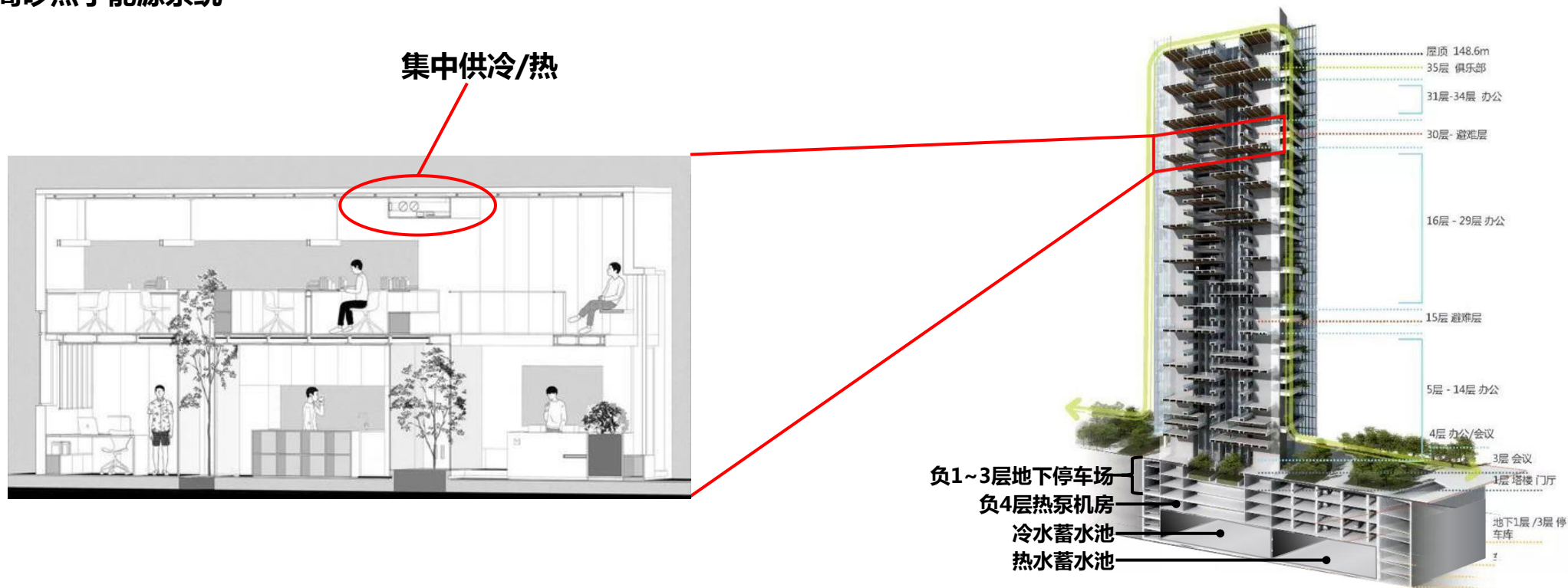
商用



核心：推进水电气冷热联供区域能源系统解决方案。

产品包括冷热一体机，空气源热泵，水源热泵，地源热泵，污水源热泵，光伏驱动诱导系统，以及管道，末端。

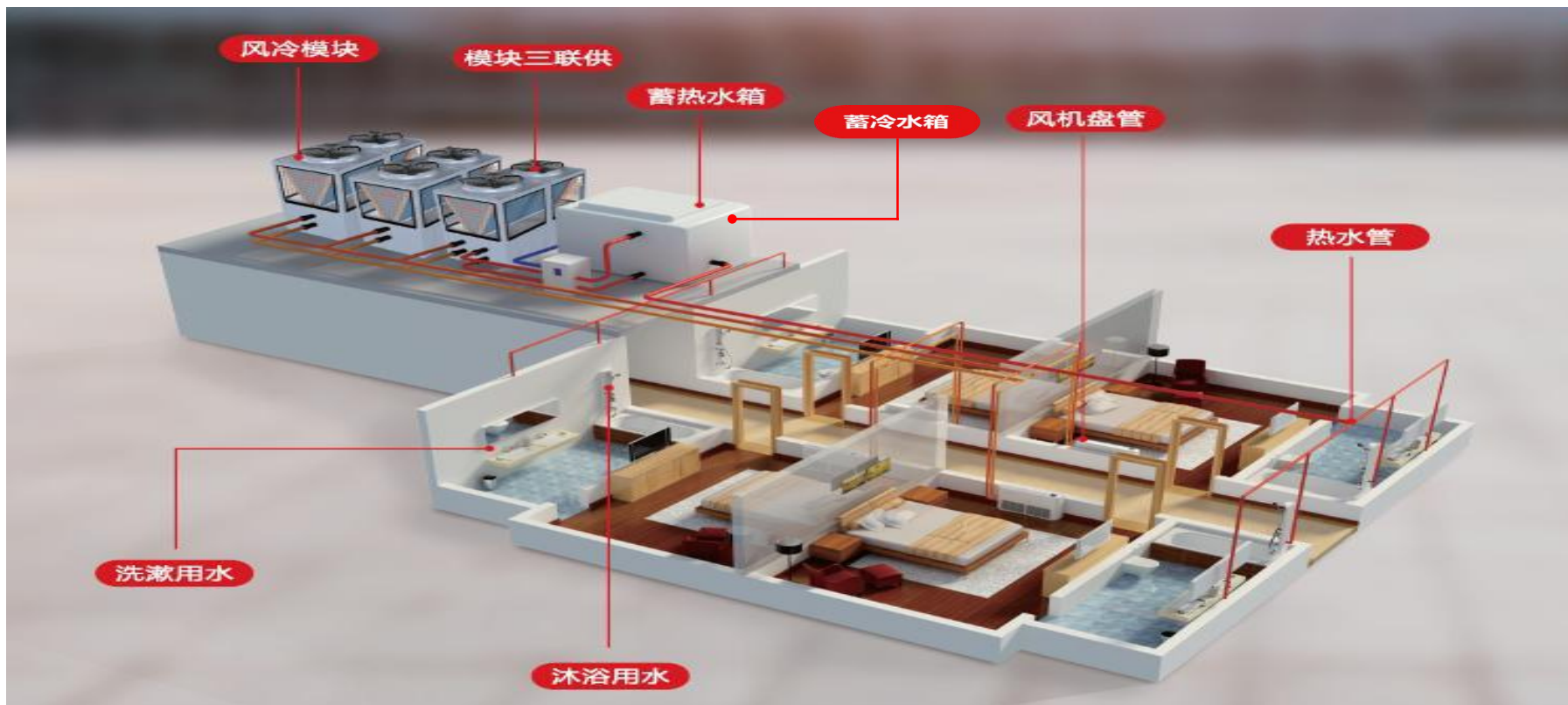
案例：高砂热学能源系统



家用

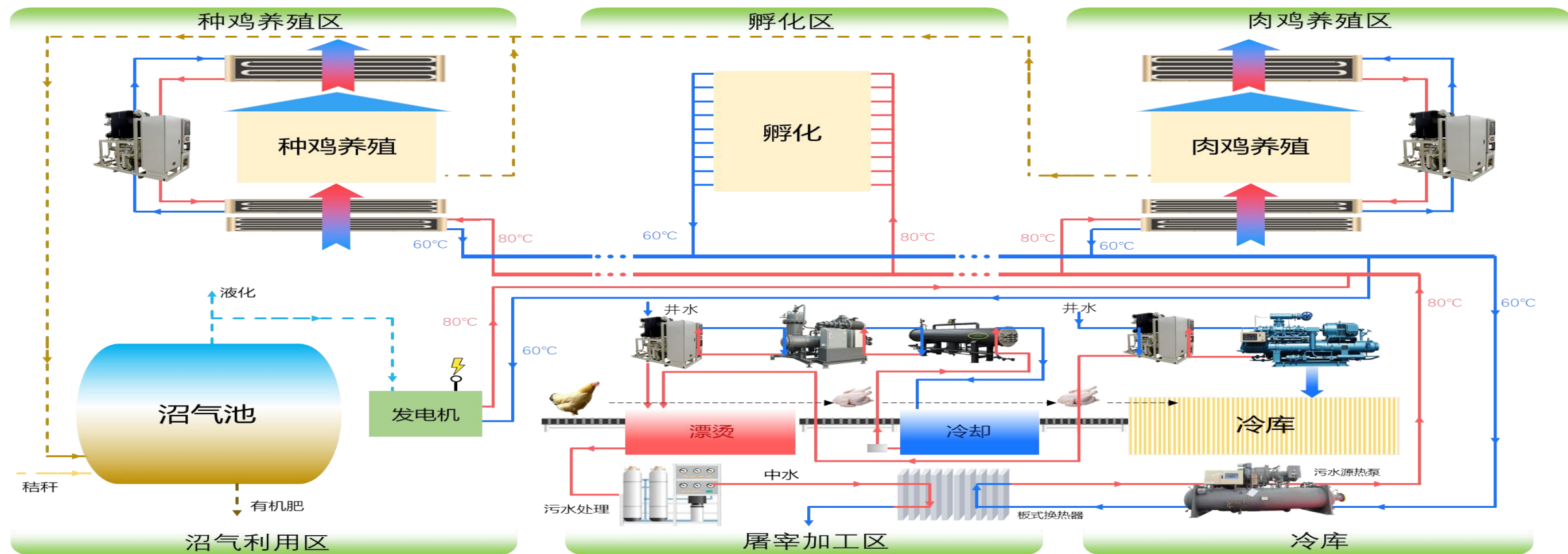
核心：小型家用热泵系统。

家用冷热联供。家用光伏，光热，辅助蓄冷，蓄热、蓄电系统。减少碳排放，实现低碳，逐步实现无碳排放能源系统。



生态农业，养殖业

采光，通风，供热，环境模拟，碳供给等。



美丽乡村

核心：生物质能和有机废物处理系统解决方案。

涉及村级区域能源系统，生物质能综合利用，有机废物处理等。产品涉及生物质能发酵装置，沼气发电机，家用热泵，三联供系统，辅助地源热泵系统，蓄热、蓄电，管道阀门。

案例：以生物质能为主体的乡村能源系统

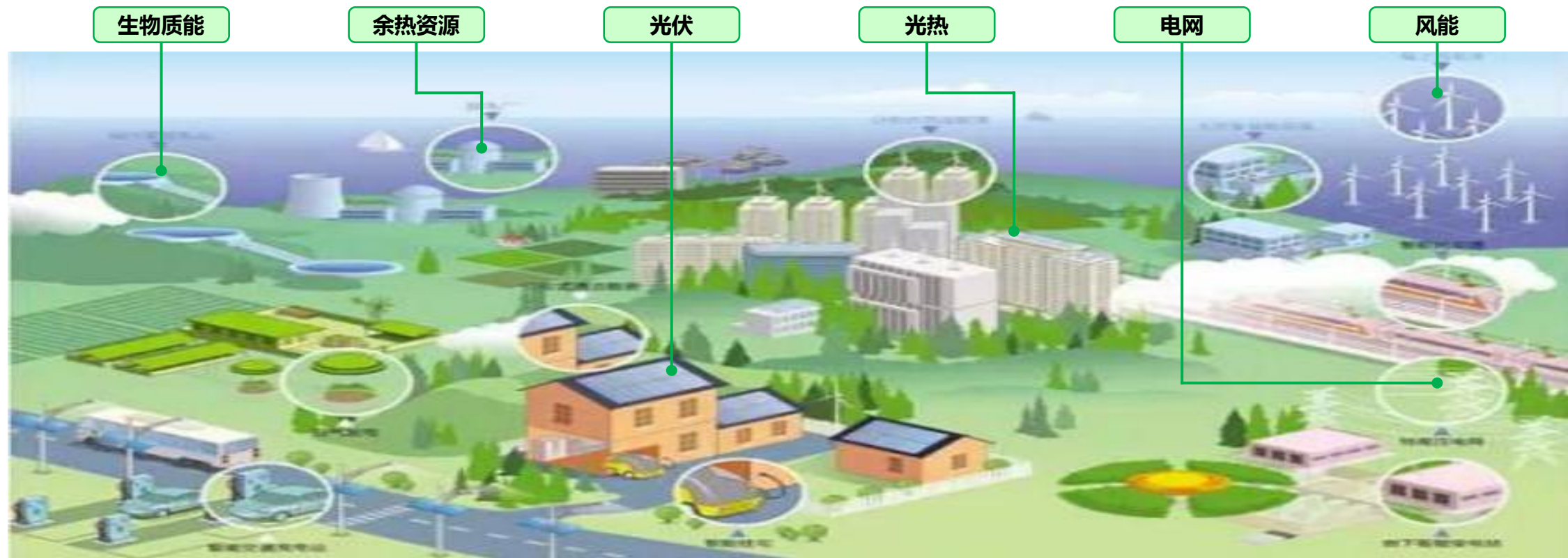


仅生物质沼气可**基本满足**乡村能源的总消耗，如果联合光伏、光热、风电等能源，则可实现**能源外输**。

绿色小镇

 **核心：**基于生物质能，风能，光伏和国家电网互补的区域冷热电联供能源系统解决方案。

村级区域能源系统的放大版。





无碳建筑

以光伏光热为主体的能源净输出建筑。涉及照明，通风，蓄热、蓄冷、蓄电系统，冷热联供。
特点是全面电器化，全面绿电。（1亿平米住宅式办公楼，相当于一个500万kW虚拟调峰电站）
要点：①建筑内用电设备的需求响应的智能调控水平，将成为未来建筑内用电设备智能化发展的新方向和竞争点；
②建筑用电器设备的直流化是未来发展趋势，例如深圳未来大厦直流示范建筑，直流计量电表研发。



环境治理

有机固废处理，垃圾焚烧，土壤治理，植被恢复，碳汇。
要点：涉及深焓能源高温区解决方案，产品涉及膨胀机、压缩机、热泵等



南方供暖

以电热泵（包括空气源热泵，水源热泵，取热能源塔等）为主体的冷热联供系统解决方案。
要点：①南方供暖，尤其是长江沿线供暖已经提上议事日程，蕴藏巨大商机；
②提出以电热泵、能源塔为核心的节能解决方案。



海洋能源系统

核心：基于风、光、潮汐的能源系统解决方案。
无碳排放，集成海水淡化。产品涉及空气源热泵，海水源热泵，海水淡化装置，取热能源塔等。

几个关键问题

- 1 基于产品的解决方案还是基于解决方案的产品？**
- 2 营销以产品为中心还是以系统解决方案为核心？**
- 3 技术为什么必须与需求相结合？**

② 以产品组成系统还是以系统确定产品？

✍ 以区域能源确定系统，以系统确定产品。

营销模式变革

产品：一组输入转变为输出的结果

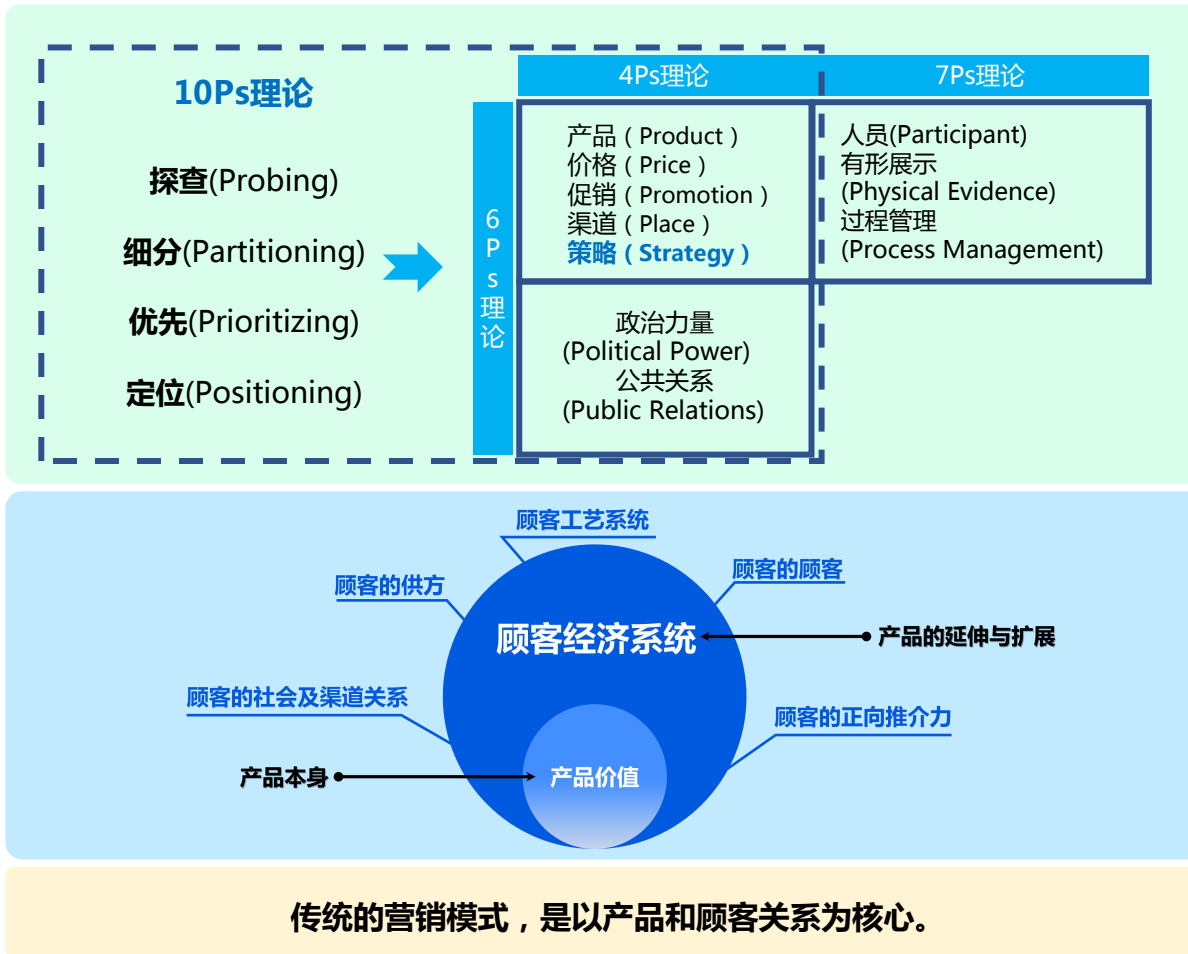
商品：提供特定的功能

方案：出于目的、方法、计划，可操作的计划

系统：若干作用、相互作用，相互依赖的组成部分，具有特定功能的有机整体

以产品为中心的营销模式，
变革为以系统解决方案为中心的营销模式。

除了基础研究以外，所有的科研与技术必须与需求相结合，否则没有生命力。



深焓能源系统解决方案

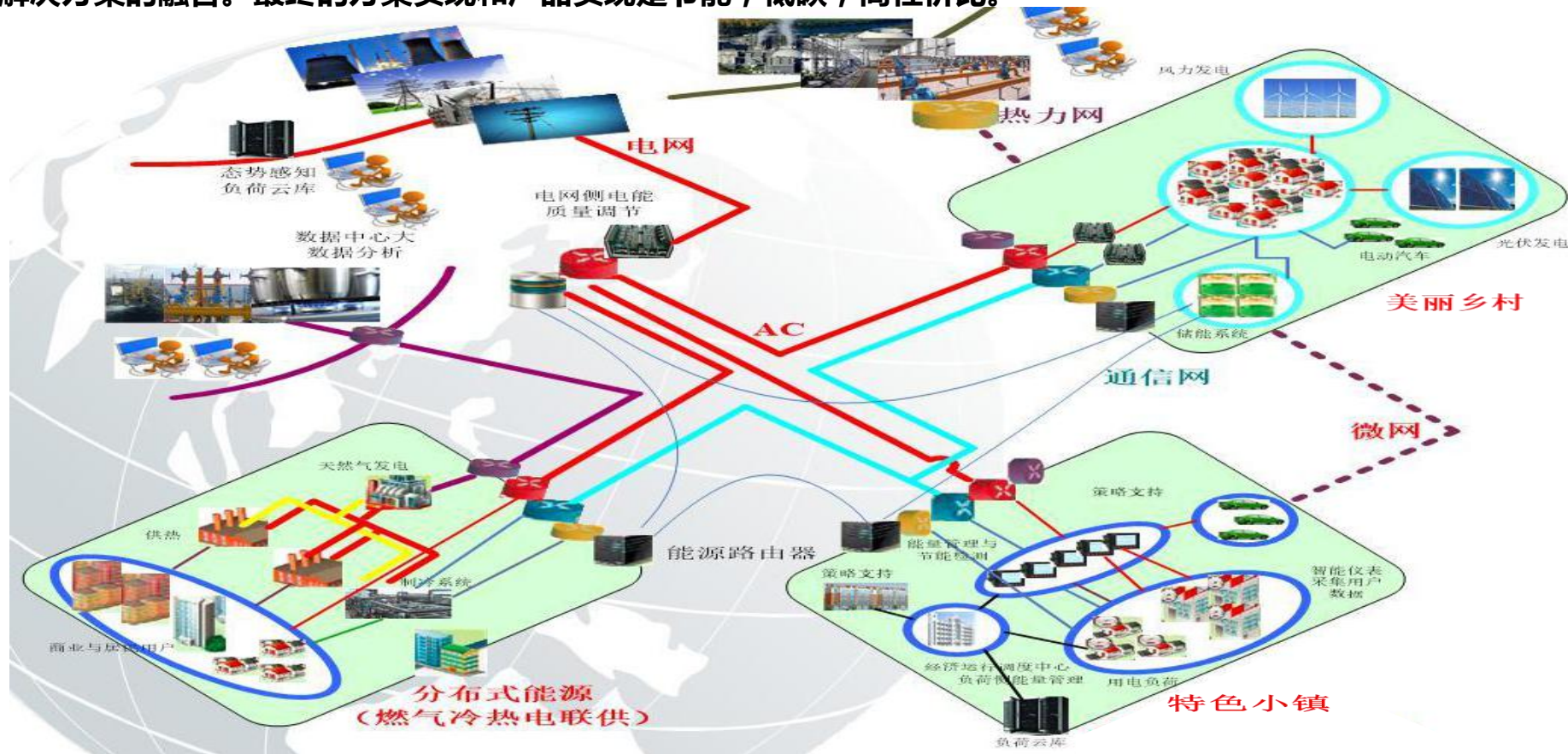
Whole Enthalpy Energy System Solution

-272~430℃温度区间，温度精细管理，冷热平衡供给，能源梯级利用。

温 区	-272℃	-200℃	-160℃	-120℃	-80℃	-45℃	-30℃	0℃	7℃	20℃	65℃	110℃	230℃	430℃
技术方案	- 液氮蒸发制取-272℃低温 - 液氮蒸发制取-196℃低温	MRC自复叠	回收LNG气化冷量获得-162℃低温	三级复叠	二级复叠	双级压缩	带经济器的螺杆制冷系统	- 流态冰技术 - 冷水机 - 吸收式制冷	- 冷水机 - 吸收式制冷 - 风风换热系统	- 中低温热泵 - 风水热泵系统	- 中温热泵 - 高温热泵 - ORC膨胀发电 - 蒸汽直膨发电	- 蒸汽膨胀螺杆式发电机组 - 蒸汽膨胀离心式发电机组 - 水蒸气压缩机（MVR）	烟气余热发电机组	
产 品	- 氮气压缩机 - 氦气压缩机 	天然气液化用MRC冷箱 	IFV型LNG气化及冷能提取换热器 	多晶硅提纯用冷冻机组 	船用金枪鱼冷冻机组 	- 单机双级螺杆机组 - 双机双级螺杆机组 - 双级活塞系列机组 	- VLG系列螺杆冷冻机组 - LG系列冷冻机组 	- 流态冰冰浆机 - 溴化锂吸收式冷水机 	离心式冷水机组 	中低温热泵系列 	- 高温热泵系列 - ORC发电机组 	- 蒸汽直驱发电机组 - 水蒸气压缩机 	- 烟气换热器 - ORC发电机组 	
关键技术	- He压缩制冷 - N₂压缩制冷	R600a / R290 / R170 / R50 / R728 工质自复叠制冷技术	超低温换热技术	R404A / R23 / R14三种工质的三级复叠制冷技术	- R1270 / R1150复叠技术 - R717 / R744复叠技术	氨双级压缩制冷技术	- 经济器补气技术 - 双螺杆压缩制冷技术	10%~100%冷量范围无级调节 - 智能控制系统	离心式压缩机技术	- 大制热量海水热泵技术 - 油田专用污水热泵技术 - 化工污水热泵技术	- R134a/R245fa热泵技术 - R245fa螺杆膨胀技术 - 水蒸气螺杆膨胀技术	- 水蒸气螺杆/离心膨胀技术 - 高温水蒸气螺杆压缩技术	防腐蚀烟气换热器技术	
应用领域	- 核聚变反应堆：4.5K（-269℃）超低温 - 超低温物理实验	- 天然气液化（冷箱）工艺 - 低温生物与医疗 - 超低温磁力搅拌冷阱	LNG膨胀制冷用于空气分离：-162℃	- 多晶硅提纯 - 低温破碎 - 医疗冷冻 - 生物制药	- 金枪鱼冷冻 - 特殊气体提纯 - 多晶硅 - 风洞	- 冷冻冷藏 - 工业制冷	- 冷冻冷藏 - 工业制冷	- 大型空调、数据中心空调系统； - 石化、水产等人工制冷场所	- 纺织、医药等人工制冷场所 - 啤酒、屠宰等冷却水工艺 - 矿井井口防冻	- 区域集中供暖 - 油田污水余热回收 - 磷化工污水、乏汽余热回收	- 食品、化工等工艺余热回收用于消毒、蒸煮、干燥、再生产 - 回收余热发电	- 热电厂、化工厂余热发电 - 生物质发电余热回收 - 盐工业MVR蒸发结晶工艺	- 柴油发动机排烟气（400℃） - 工业燃烧烟气	

战略思考

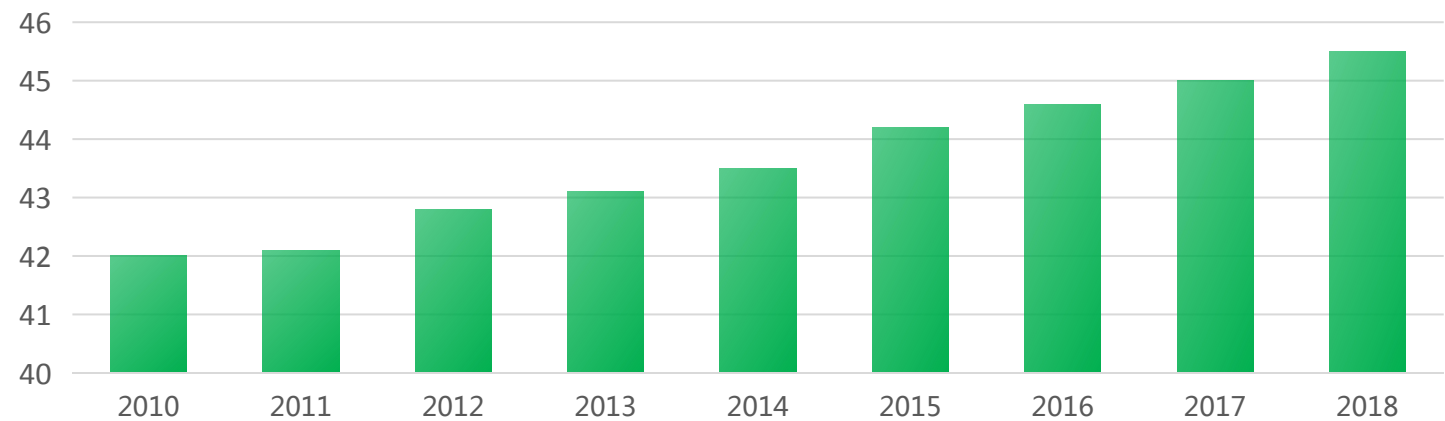
好的解决方案一定要融入清洁能源并适度跨界，例如，以生物质能为主体的系统能源解决方案需要集成生物发酵技术，而焦炉气回收又需要化学反应、催化剂解决方案的融合。最终的方案实现和产品实现是节能，低碳，高性价比。



战略思考

能源的利用效率和能源的转换次数有关系。部分负荷、满负荷下的效率提升是匹配主机的优先考虑因素。也就是说整体方案中机器的配置优化方案很重要。**模块化，集成配置，共享附属系统**是主机研发改进的重要方向。

2010~2018年能源加工转换效率（发电及供热）



数据来源：中国统计年鉴2020



未来方向



CCUS

碳捕获、利用、捕集



生物质

有机固废，发酵、输送、液化



绿电为主的节能产品

适配柔性绿电系统，智慧控制系统



绿色工厂

谢谢！

