

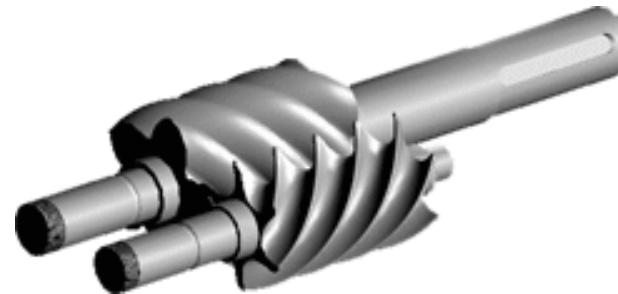


中国制冷学会成立四十周年纪念大会技术创新论坛



ORC螺杆膨胀发电机组

ORC screw expansion generator set



李军

武汉新世界制冷工业有限公司



目录

- 一、市场背景
- 二、ORC螺杆膨胀发电机组
- 三、余热利用解决方案



市场背景



中国单位GDP能耗偏高

2008年单位GDP能耗（元/元）按国家或地区排名

排名	国家或地区	单位GDP 能耗	排名	国家或地区	单位GDP 能耗
1	中国香港	0.0673	7	以色列	0.1570
2	瑞士	0.1009	8	新加坡	0.1570
3	日本	0.1121	100	南非	0.8186
4	丹麦	0.1234	102	印度	0.8411
6	英国	0.1234	104	中国大陆	0.9084

中国单位GDP能耗是日本的8倍，是世界平均水平的2.2倍，
能源浪费可谓触目惊心！



低温余热资源

我国工业用能中近60-65%的能源转化为余热资源，其中温度低于350℃以下的低温余热，约占余热总量的60%，目前技术尚无法实现对其有效的回收利用，排放至大气，造成能源浪费和环境热污染。

“十一五”以来，我国已开始重视余热回收，但由于技术原因及经济性，350℃以下的余热资源仍然浪费严重。



市场背景



● 钢铁工业余热

2010年，我国钢铁工业能耗占全国总能耗的16.3%，产值却只占GDP的3.2%，是名副其实的能耗大户。

- 1、炼铁高炉产生的90℃冲渣循环热水
- 2、带钢连续退火机组300℃烟气
- 3、高炉、烧结机、热风炉、加热炉、干熄焦等烟气余热
- 4、转炉产生的饱和蒸汽

● 有色冶金工业余热

我国有色冶金行业的余热占60%，其中烟气余热占80%，中、低温烟气余热的回收利用基本上处于空白状态。据不完全统计蕴含可用的热能约0.5亿 tce/a，潜在发电能力相当于2个三峡。



市场背景



●石油



●化工



●建材



●水泥



●机车

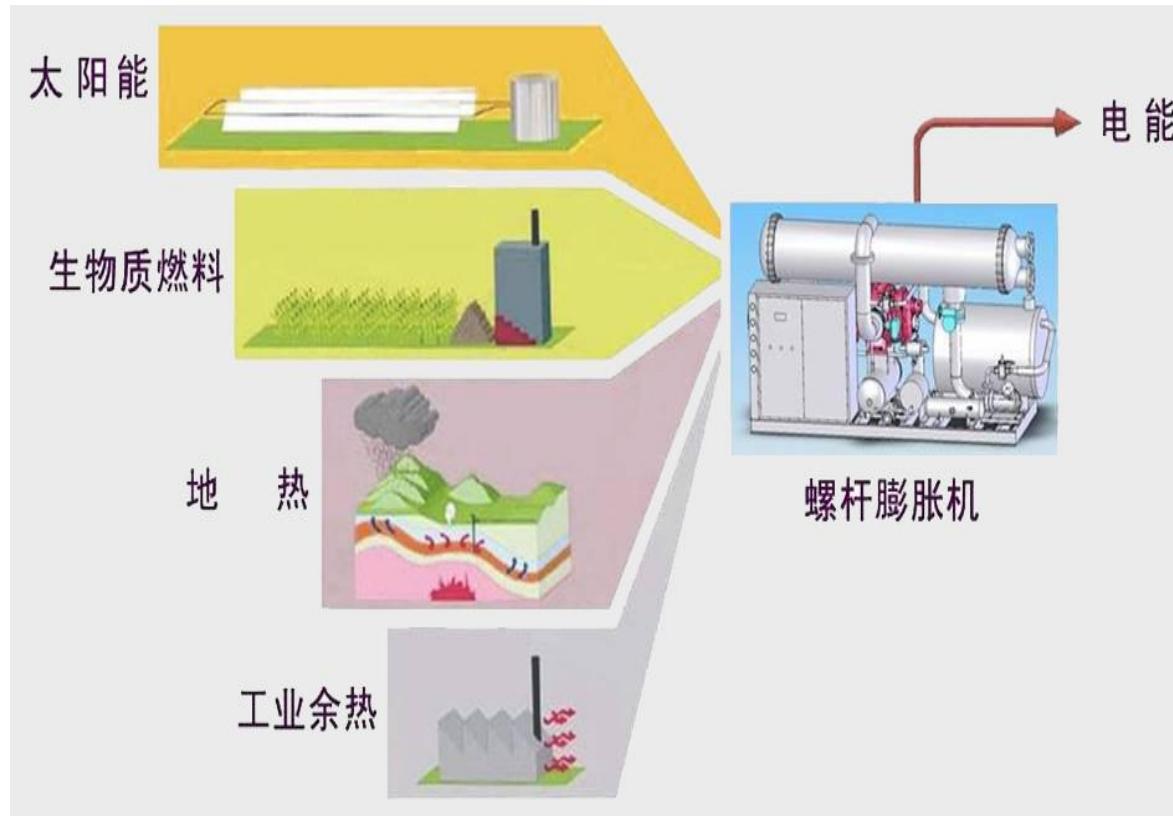


●地热

●太阳能



ORC螺杆膨胀发电机组

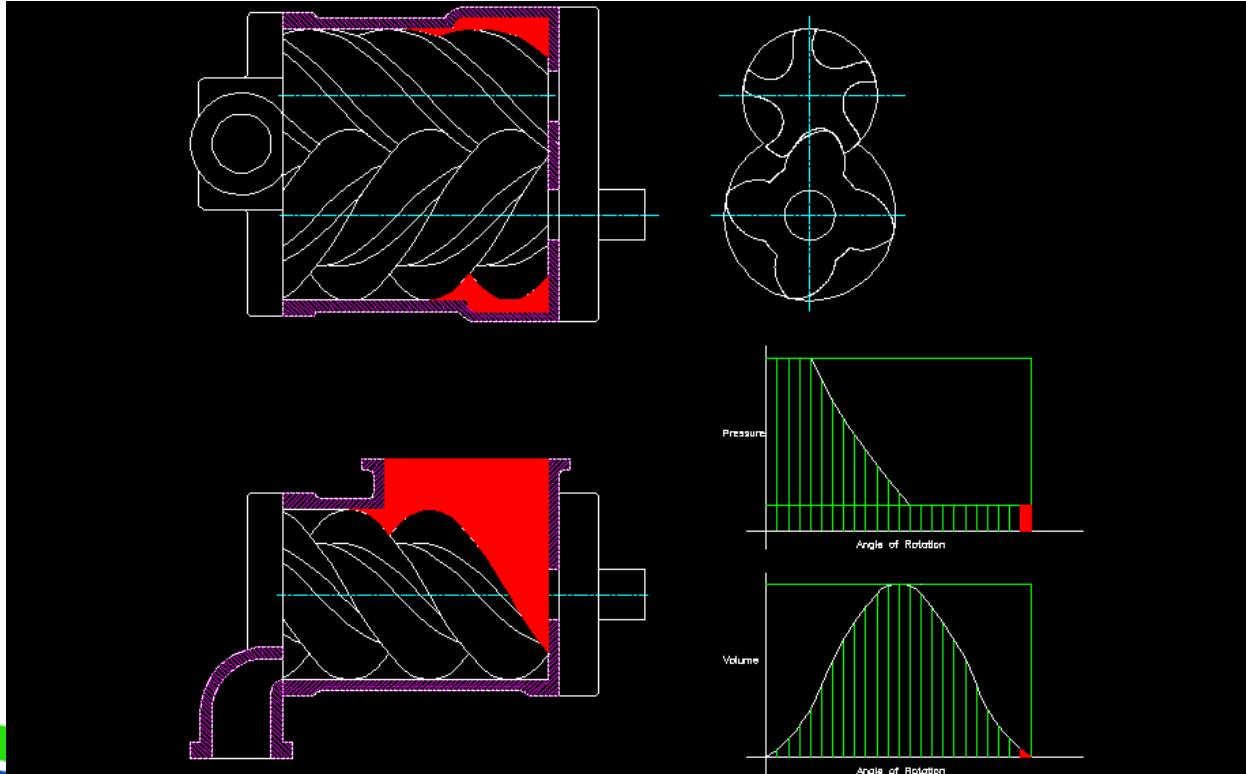




0RC螺杆膨胀发电机组



螺杆压缩机工作原理

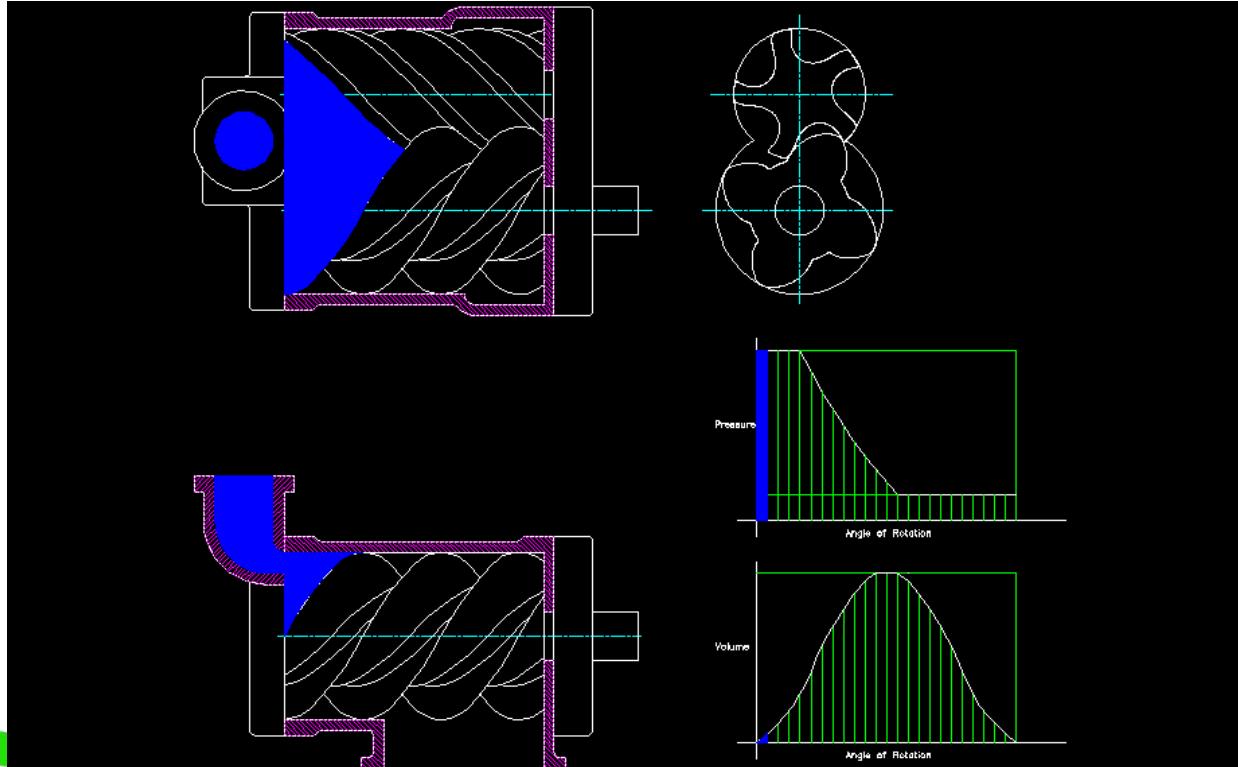




0RC螺杆膨胀发电机组



螺杆膨胀机工作原理





ORC螺杆膨胀发电机组



螺杆膨胀机分类

余热/余压类型	解决方案	基本原理
水蒸汽 (带压力)	水蒸汽螺杆膨胀机	利用水蒸汽压力直接膨胀，推动膨胀机做功发电
各种带压气体	气体螺杆膨胀机	利用气体压力(如管道天然气)直接膨胀，推动膨胀机做功发电
水蒸汽 热水 烟气 发动机尾气	ORC螺杆膨胀机	利用热源加热制冷剂产生压力，推动膨胀机做功发电



ORC螺杆膨胀发电机组



ORC螺杆膨胀发电机组

ORC (Organic Rankine Cycle) —— 有机工质朗肯循环

其实质是利用余热与环境温度之间的温差，余热热源加热有机工质产生压力，将热能转化为压力能，推动膨胀机做功，带动发电机输出高品位的电能，回收中低品位热能。



ORC螺杆膨胀发电机组



ORC膨胀机热源适用范围

0.1MPa 以上 水蒸气

75°C 以上 热 水

150°C 以上 烟 气

螺杆膨胀机

电能



ORC螺杆膨胀发电机组



ORC螺杆膨胀机

- ✓ 已批量生产B、C、D、E、F、G、H、J等八种规格
- ✓ 单机发电功率50~1400kW

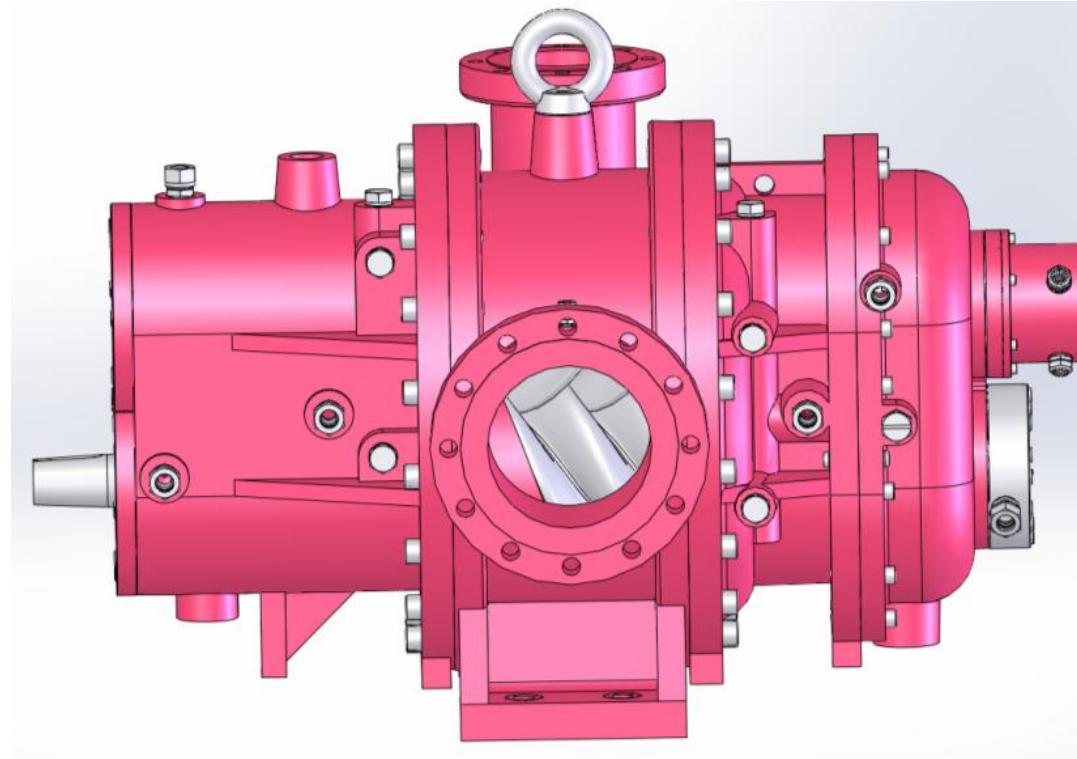




0RC螺杆膨胀发电机组



无油螺杆膨胀机系列

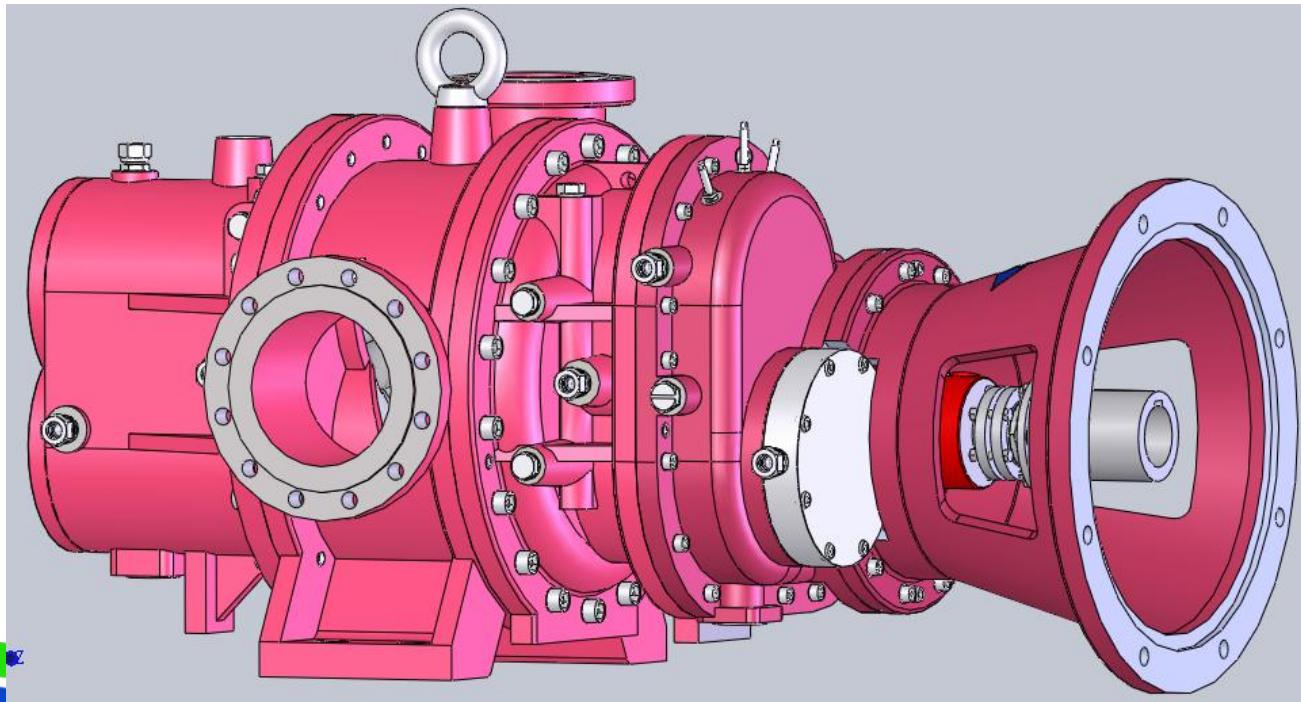




ORC螺杆膨胀发电机组



带减速齿轮的
ORC无油螺杆膨胀机系列

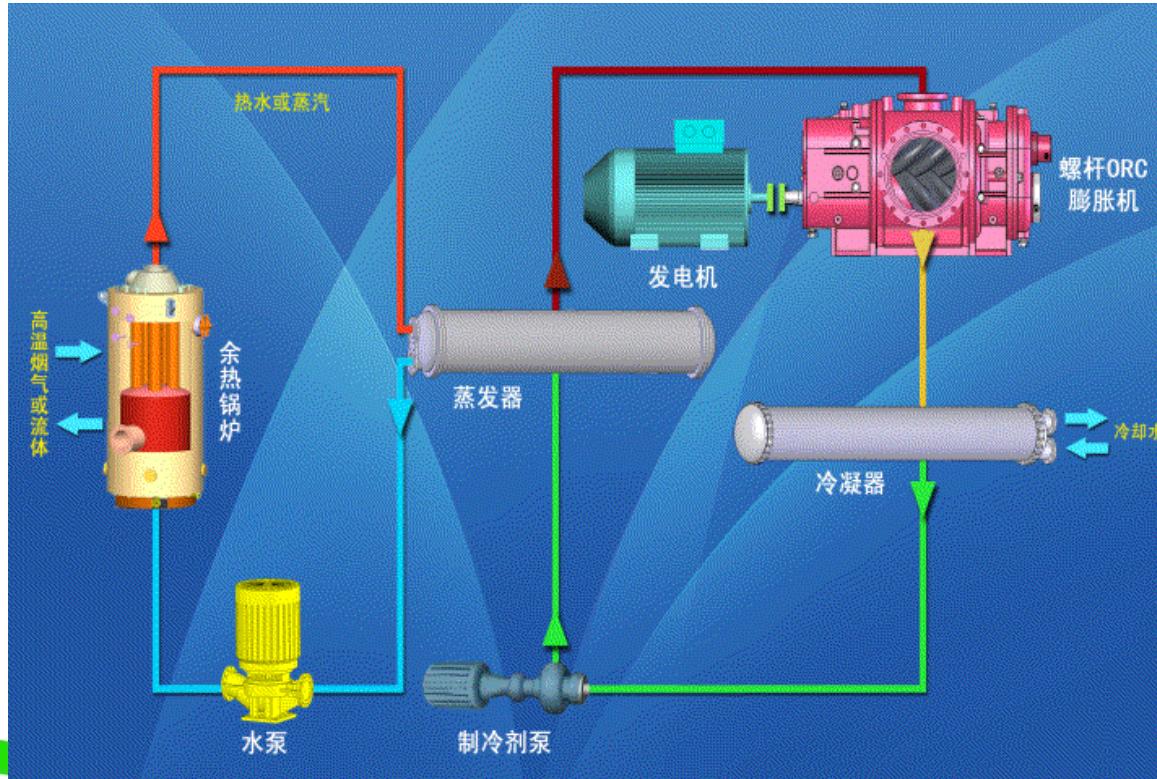




ORC螺杆膨胀发电机组



ORC螺杆膨胀发电机组流程图

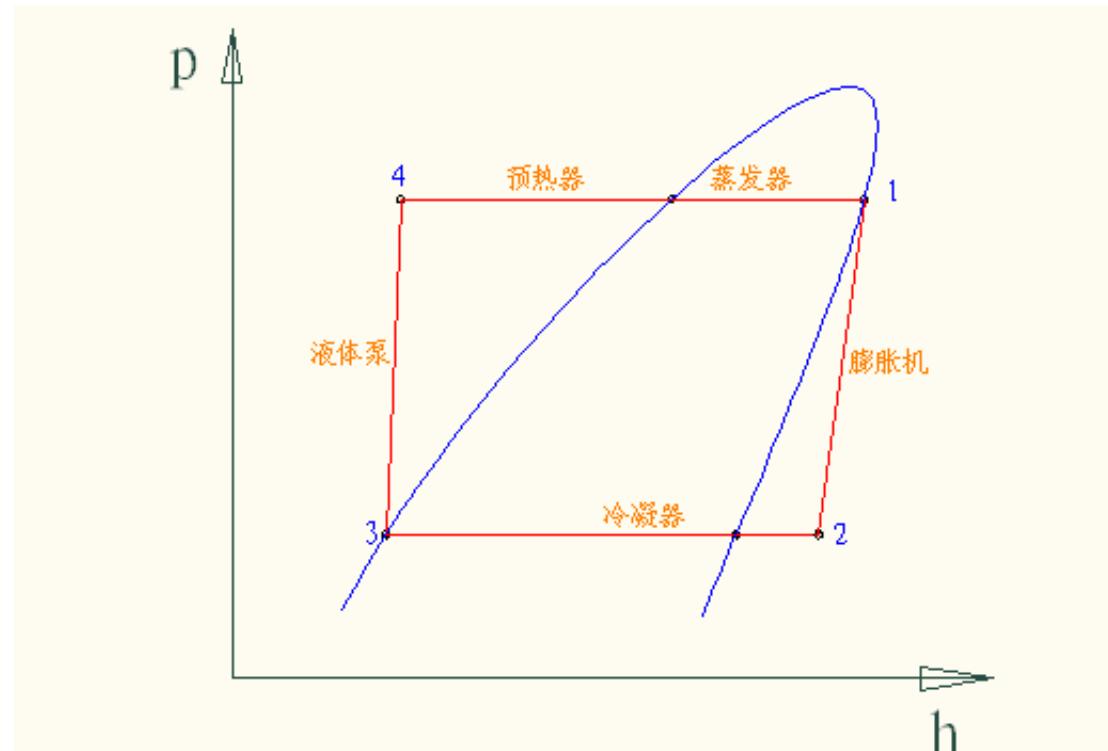




ORC螺杆膨胀发电机组

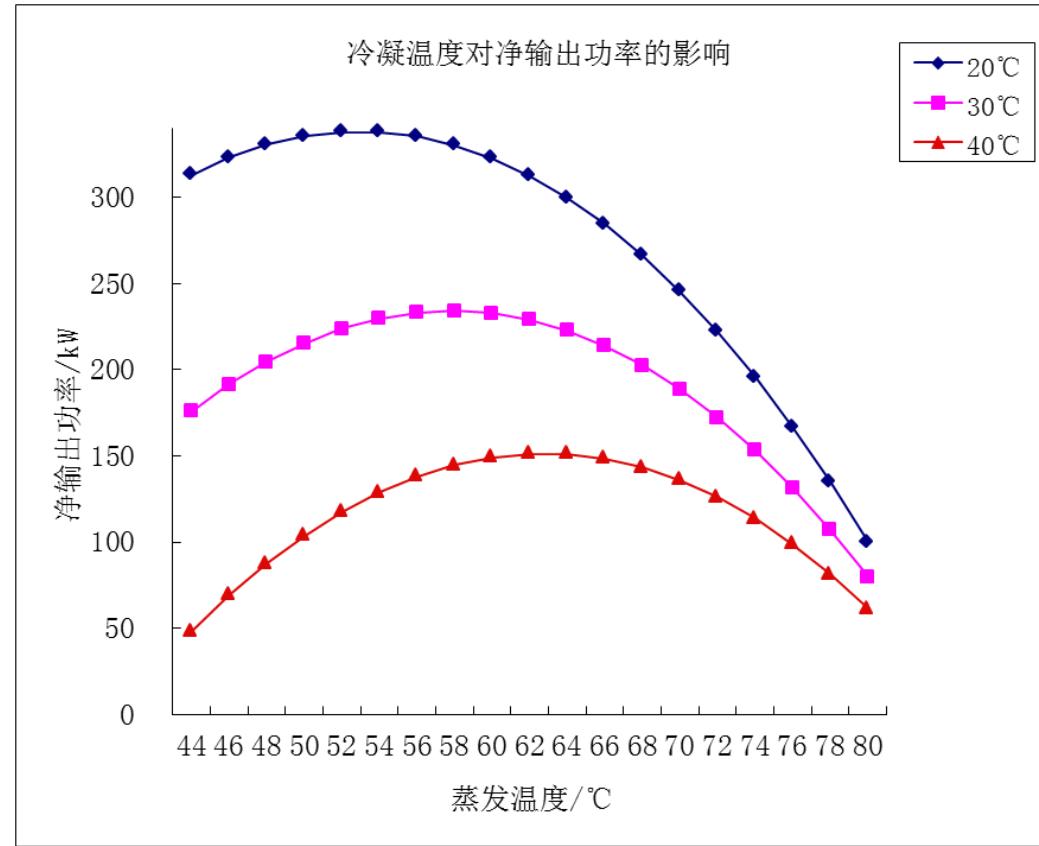


ORC螺杆膨胀机热力循环压焓图



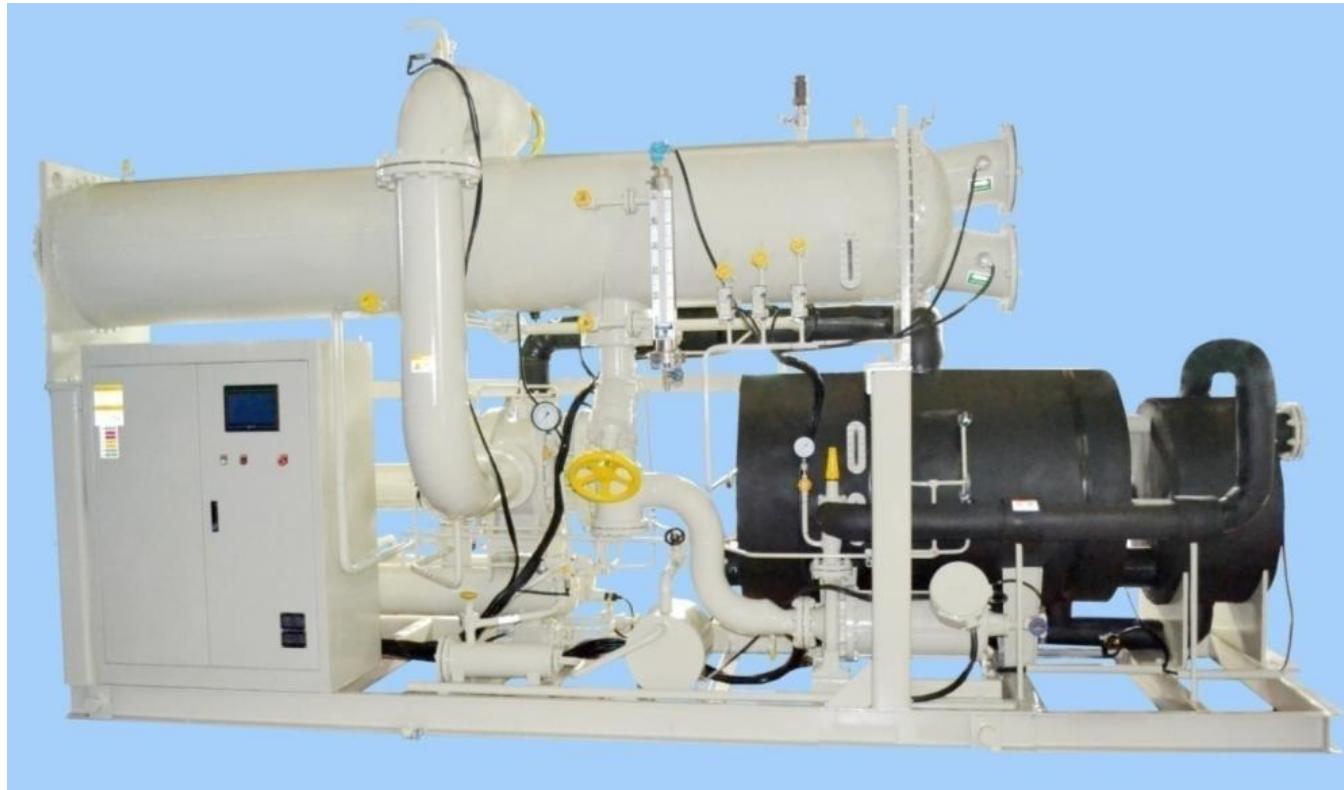


ORC螺杆膨胀发电机组





ORC螺杆膨胀发电机组





ORC螺杆膨胀发电机组



160kW热水型ORC螺杆膨胀发电机组试验站台



余热利用解决方案





余热利用解决方案



SOLUTION

热水(热液)
余热回收



余热利用解决方案



现状

化工工艺中，产生许多高温冷凝水、热水、热油等高温液体，需要通过风冷或水冷的方式降温后循环利用。

解决方案

采用热液型ORC膨胀发电机组，通过有机工质吸收热液中的热量，转化为机械能，推动发电机发电。



余热利用解决方案



热液余热回收发电工程实例

用户：山东某化工有限公司

机型：PD185/S85螺杆膨胀机组

热源：热化工流体

原工艺：通过冷却水将化工流体从85°C降温至65°C循环使用。

现工艺：通过热水型ORC螺杆膨胀发电机组将化工流体从85°C降温至65°C循环使用，同时输出~150kW电能。





余热利用解决方案



热液余热回收发电工程实例

用户：湖北某集团

合作单位：

清华大学、中船重工、民船中心

机型：PD110/S87-4螺杆膨胀机组

热源：蒸汽冷凝水

原工艺：通过冷却水将87°C蒸汽冷凝水降温至60°C以下循环使用。

现工艺：通过热液型ORC螺杆膨胀发电机组将蒸汽冷凝水从87°C降温至60°C循环使用，同时输出~100kW电能。





余热利用解决方案



热液余热回收发电工程实例

委托试验方：华中科技大学能动学院
热源：90℃高温热水





余热利用解决方案



SOLUTION

低压蒸汽
余热回收



余热利用解决方案



现状

大量无法利用的低压水蒸汽，
直接排放至大气。

解决方案

采用蒸汽型ORC膨胀发电机组，
通过有机工质吸收水蒸汽冷凝热，
将热能转化为机械能，推动发
电机发电。



余热利用解决方案



低压蒸汽余热回收发电工程实例

用户: 山东某公司

机型: PC250/Q3.4螺杆膨胀机组

热源: 低压水蒸气

原工艺: 直接排放至大气

现工艺: 低压水蒸气, 通过蒸汽型ORC螺杆膨胀发电机组, 产生~220kW电能后冷凝为冷凝水后再排放。





余热利用解决方案



低压蒸汽余热回收发电工程实例

用户: 福建某化工溶液有限公司

机型: PD280/Q4螺杆膨胀机组

热源: 低压水蒸气

原工艺: 直接排放至大气

现工艺: 低压水蒸汽, 通过蒸汽型ORC螺杆膨胀发电机组, 产生~260kW电能后冷凝为冷凝水后再排放。





余热利用解决方案



低压蒸汽余热回收发电工程实例

用户：山西某化工厂

机型：PF710/Q8.5螺杆膨胀发电机组

热源：低压水蒸气

原工艺：直接排放至大气

现工艺：低压水蒸气，通过2台蒸汽型螺杆膨胀发电机组，产生 $2*590\text{kW}$ 电能
后冷凝为冷凝水，循环再利用





余热利用解决方案



低压蒸汽余热回收发电工程实例

用户：浙江某新材料有限公司

机型：PJ1000/Q11螺杆膨胀机组

热源：低压水蒸气

原工艺：通过风冷换热器冷凝后回收

现工艺：低压水蒸气，通过4台蒸汽型
ORC螺杆膨胀发电机组，产生4*900kW
电能后冷凝为冷凝水后回收利用。





余热利用解决方案



蒸汽余热回收发电工程实例

用户: 山东某化工有限公司

机型: 水蒸气螺杆膨胀发电机组串联
ORC螺杆膨胀发电机组

热源: 0.8MPa水蒸气

原工艺: 直接排放

现工艺: 0.8MPa水蒸气，通过水蒸气螺杆膨胀发电机组发电，然后再通过蒸汽型ORC螺杆膨胀发电机组发电，共产生~500kW电能，同时回收冷凝水。





余热利用解决方案



热电联产分布式能源站工程实例

用户: 大冷股份新厂区能源站

机型: 水蒸气螺杆膨胀发电机组串联

ORC螺杆膨胀发电机组

原方案: 燃气热水锅炉采暖

现方案: 采用蒸汽锅炉产生0.8MPa水蒸汽，通过水蒸气螺杆膨胀发电机组发电，然后再通过蒸汽型ORC螺杆膨胀发电机组发电，净输出315kW电能，余热供暖，是一个典型的小型热电联产分布式能源站，由此增加燃料的发电效率远高于燃煤电站，特别适合北方地区采暖推广





余热利用解决方案



SOLUTION

柴油机
余热利用

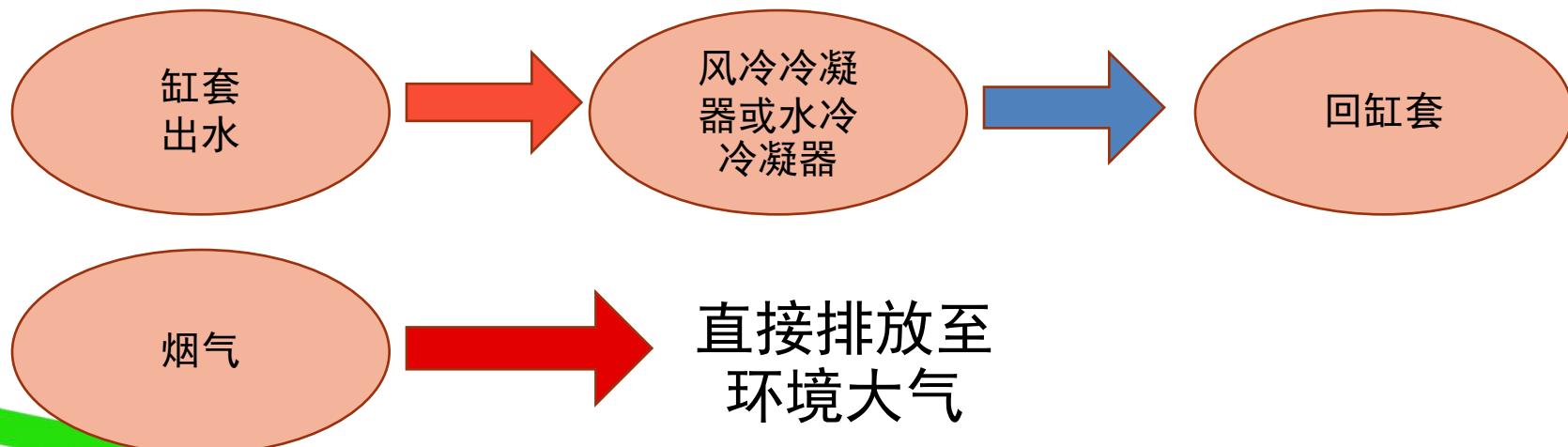


余热利用解决方案



柴油机余热利用现状

柴油机余热的主要表现型式为缸套水和排烟，缸套水通过风冷(小型)或水冷(大中型)，烟气一般直接排放，轮船用大型柴油机的排烟一般部分利用



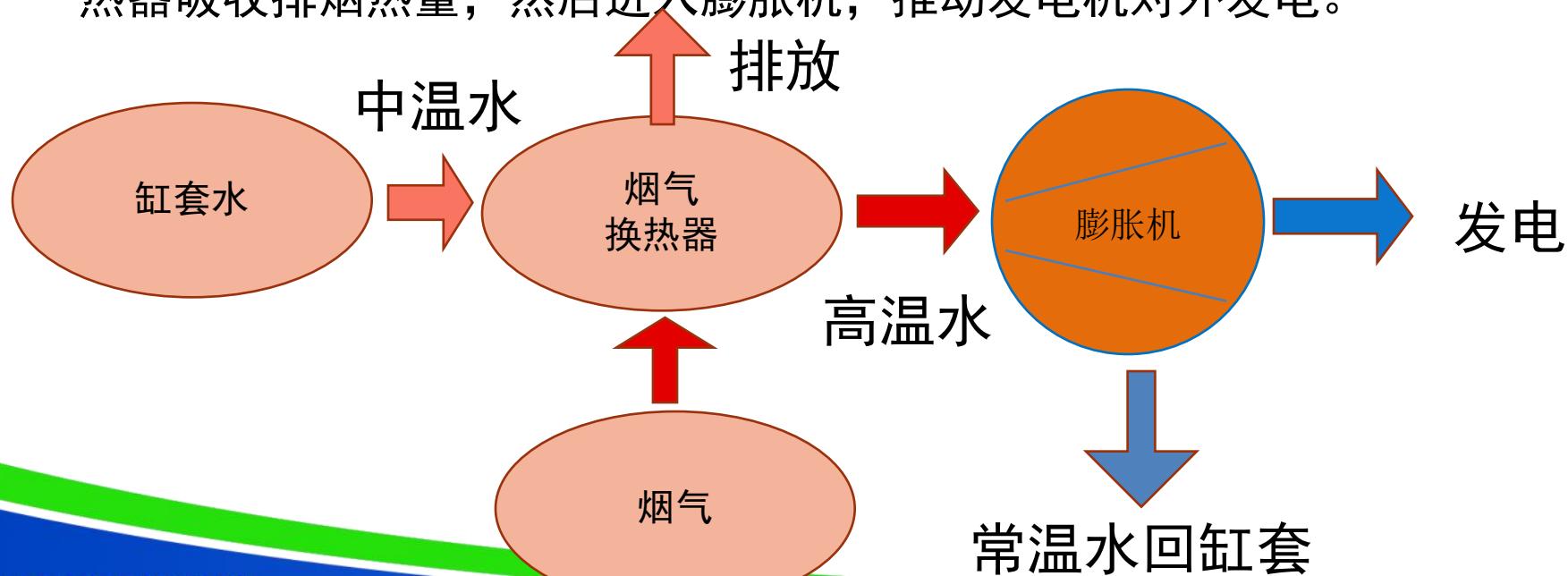


余热利用解决方案



柴油机余热利用解决方案

采用ORC螺杆膨胀发电机组，有机工质先吸收缸套水热量，再进烟气换热器吸收排烟热量，然后进入膨胀机，推动发电机对外发电。





余热利用解决方案



柴油机余热利用试验台





余热利用解决方案



柴油机余热利用工程案例

用户：某重机有限公司

机型：PD250/S140螺杆膨胀机组

用途：船用柴油机余热回收发电





余热利用解决方案



国家十二五科研项目 船用柴油机用ORC螺杆膨胀发电机组





余热利用解决方案



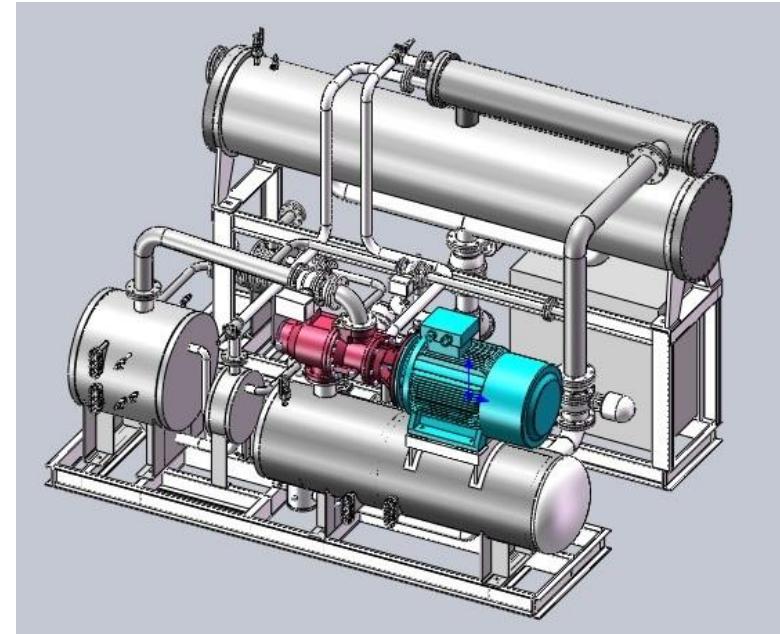
国家十三五科研项目 船用柴油机用ORC螺杆膨胀发电机组

高技术船舶科研项目

研制任务书

项目名称：船用低速机创新工程（一期）

——紧凑型能量利用与消声装置（IEUS）研制





ORC螺杆膨胀发电机组

节能减排 发展模式转型
低碳环保 国家政策提倡

科技是第一生产力，技术进步推动产业革命！

谢谢！