河北巨蜥智能科技有限公司
Monitor AI

ORGANIC RANKINE CYCLE / 低品位余热发电装备

把工业余热变成绿色电能

TURN WASTE HEAT INTO CLEAN POWER

中天威尔环保科技有限公司投资控股的河北巨蜥智能科技有限公司推出的 **ORC 有机朗肯循环余热发电系统**，以自主研发的磁悬浮透平发电一体机为核心，将工业窑炉烟气余热、废热、蒸汽、热水等热源的 70–500 ℃ 低品位余热，转化为可并网的清洁电能。6%–16% 的高发电效率、2–2.5 年左右的投资回收周期、智能化无人值守运行模式，使得 ORC 系统成为工业企业节能减排、绿色低碳转型的理想选择。

工业窑炉烟气治理，搭配陶瓷一体化多污染物协同治理超低排放技术，温度损失更低，更适合利用 ORC 系统进行能源回收。加上巨蜥智能的工业大数据人工智能平台，为您提供窑炉节能、超低排放、余热回收的全链路智能化解决方案。全链路智能才是真的智能。

70–500 ℃	50–300 kW	24×7
可利用热源温度区间 / Usable Heat Range	主力机组功率段 / Unit Power Rating	连续运行 · 无人值守 / Continuous Duty

磁悬浮透平直驱
Maglev Turbo-Generator

四象限 AFE 变频
Four-Quadrant AFE

智能无人运维
Autonomous O&M

撬装式快速交付
Skid-mounted Delivery

公司 河北巨蜥智能科技有限公司
地址 河北省邯郸市魏县经济开发区新方向产业园 3 号厂房
电话 常经理: 15110067832 刘经理: 17318258521
网址 www.juxi.ai

版本 V1.0 / 2026 年 10月

www.juxi.ai

MONITOR AI 巨蜥智能

CONTENTS / 目录

巨蜥智能
ORC余热发电系统

ORGANIC RANKINE CYCLE SYSTEMS

70–500 ℃	50–300 kW	6%–16%	2–2.5 年
可利用热源温度区间 Usable Heat Range	主力机组功率段 Unit Power Rating	发电效率 Gross Efficiency	投资回收周期 Payback Period

01 ORC 原理 — ORGANIC RANKINE CYCLE
有机朗肯循环四大过程、自回热循环与 ORC 与蒸汽朗肯循环对比

02 JX150D 双涡轮磁悬浮研发机组 — FLAGSHIP UNIT
150 kW 双涡轮磁悬浮 ORC 发电机组 · 系统流程与主要参数

03 JX125L / JX125M 直通式磁悬浮机组 — REFERENCE MACHINE
125 kW 直通式磁悬浮 ORC 机组 · 低温、中温两种机型

04 自研四大核心技术 — CORE TECHNOLOGIES
磁悬浮透平发电一体机 · 四象限 AFE 变频器 · 智能控制 · 系统集成

05 应用领域与工程案例 — APPLICATIONS & REFERENCES
八类热源场景 · 机型选型决策路径 · 玻璃窑炉收益测算

公司 河北巨蜥智能科技有限公司
地址 河北省邯郸市魏县经济开发区新方向产业园 3 号厂房
电话 常经理: 15110067832 刘经理: 17318258521
网址 www.juxi.ai

版本 V1.0 / 2026 年 10月

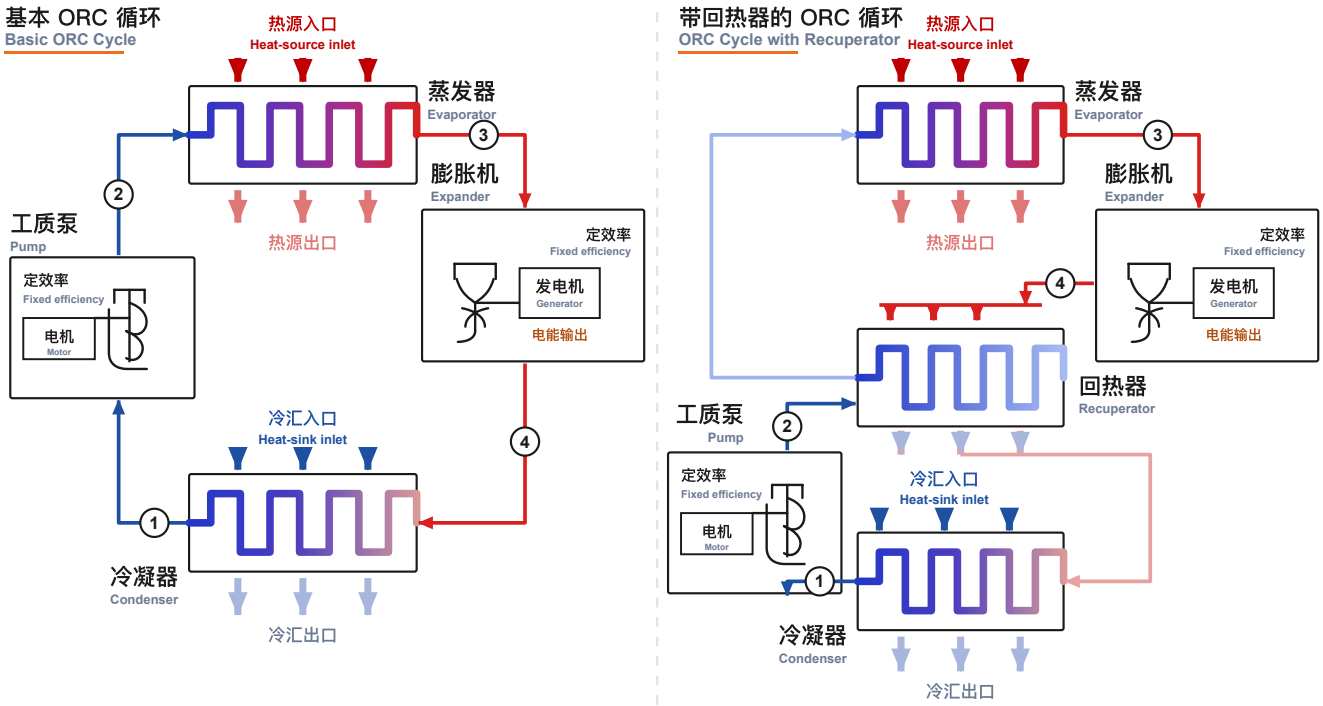
www.juxi.ai

WORKING PRINCIPLE

ORC 原理：有机朗肯循环

How the Organic Rankine Cycle Works

有机朗肯循环（Organic Rankine Cycle，ORC）以低沸点有机工质替代水作为循环介质， 利用热源与冷源之间的温差做功，把 70–500 ℃ 的中低品位热能转化为电能。 四个基本过程与蒸汽朗肯循环完全对应，仅工质不同：工质升压 → 吸热蒸发 → 膨胀做功 → 冷凝回流。 由于有机工质沸点低，低温热源下即可实现稳定循环，且全系统封闭无补水管路。



① 工质泵 · 升压
工质由低压液体状态升压后送入蒸发器，为循环提供动力。

② 蒸发器 · 吸热汽化
热源加热工质，工质沸腾成为高压蒸汽，携带大量潜热。

③ 透平 · 膨胀做功
高压蒸汽驱动透平做功，带动发电机输出电能。

④ 冷凝器 · 放热液化
冷源带走余热，工质冷凝为液体回到工质泵，完成循环。

⑤ 回热器 · 余热预热/回热循环

右图为带回热器的循环：透平排出的过热蒸汽先进入回热器热侧放热、冷凝为液体，再去冷凝器；同时回热器冷侧把工质泵送出的低温高压液体预热到接近蒸发温度。既回收了随排气散失的显热，又减少蒸发器换热负荷，在同等热源与冷源条件下提高循环热效率与净输出功率。JX150D / JX125M 磁悬浮 ORC 机组即采用带回热器的自回热循环方案。

ORC 与蒸汽朗肯循环对比 ORC vs. Steam Rankine Cycle

循环工质	**低沸点有机物（R245fa 等）**
最低可用热源温度	**热水 70–120 ℃ / 废气 120 – 500 ℃**
冷凝压力	**接近常压，系统更紧凑 / 高压、体量大**
系统构成	**透平发电机、蒸发器、冷凝器、工质泵**

为什么选择 ORC

Why ORC

窑炉尾部烟气、汽轮机排汽、清洗水与冷凝水温度普遍落在 70–200 ℃ 区间， 蒸汽朗肯循环在此温区效率急剧衰减甚至无法循环。

- 全封闭循环，无锅炉、无补水、无排汽
- 低温热源可用，70 ℃ 级热水即可驱动

提升系统效率的四条路径 Four Paths to Higher Efficiency

01 回热循环
透平排气预热泵后工质，降低换热端热负荷。

02 过热度精确控制
维持透平入口过热度，避免湿汽冲蚀。

03 中间介质循环
导热油、热水解耦烟气与工质，适应波动与防爆场合。

04 冷端梯级利用
冷凝余热回用于辅机与生活热水，提高总能效。

SELF-DEVELOPED UNIT

JX150D: 双涡轮磁悬浮 ORC 发电机组

150 kW Dual Turbo Magnetic-bearing Organic Rankine Cycle Generator

JX150D是巨蜥智能自主研发的150 kW 级磁悬浮 ORC 余热发电机组。机组以 **双涡轮磁悬浮透平发电一体机** 为核心动力部件， 配套**自研的四象限 AFE 变频器**与**智能控制系统**， 在低温差、大波动工况下保持稳定的净功率输出；整机撬装化设计，现场仅需"两管一电缆"即可完成接入。

150 kW	18000 rpm	≥ 180 ℃	R245fa
额定净发电功率 Net Power Output	透平额定转速区间 Turbo Speed Range	最低热源温度要求 Min. Hot Source Temp.	循环工质 Working Fluid

HOT SOURCE	HX-01	HX-02	EVAPORATOR	TURBINE	GENERATOR	CONDENSER	COOLING
烟气 / 蒸汽	烟气换热器	中间介质循环	蒸发器	磁悬浮透平	永磁发电机	冷凝器	冷却塔 / 地冷
150–400 ℃	直接换热	热水/55导热油	工质汽化	膨胀做功	电能输出	工质液化	风冷/水冷



- **双涡轮磁悬浮发电一体机**：双侧涡轮设计，工质进入发电机组后在两侧分别进行两次做功，最大程度提高发电效率。
- **四象限AFE 变流器**：适应300Hz – 1000Hz超高发电频率，采用合控式开关器件，形成交–直–交的双向置换路径。
- **撬装总装**：蒸发器、冷凝器、回热器、以及发电机组、控制器等设备均一体化集成于标准撬装底座，现场仅需"两管一电缆"接入即可并网发电。
- **工况适应**：磁悬浮高速转子随热源波动自动调速与调节出力，维持净发电功率稳定。

机组主要参数 Unit Specifications

发电功率	150 kW
发电效率	10%–16%
适应工况	180–500 ℃的烟气余热
透平型式	双涡轮磁悬浮透平径流发电机
发电型式	永磁同步直驱（无齿轮箱）
额定转速	18000RPM
工质	R245fa
换热形式	直接换热式 /间接换热式
循环形式	带回热器的 ORC 循环
冷凝形式	水冷 / 风冷
并网电压 / 频率	380V,50 Hz,3P
变频器	四象限 AFE 变频器
控制系统	PLC + 磁悬浮 + DSP
整机尺寸	6200×2400×2750 mm（含换热器）

换热端提效
Thermal Optimization

对换热端进行管程与流速优化，提高烟气侧有效换热面积利用率，降低逼近温差带来的换热损失。

冷端综合利用
Cold-end Reuse

冷凝余热回收用于机组辅机与厂区生活热水，提升系统总能效与整体经济性。

智能输出最大化
Smart Dispatch

基于过热度与功率分配的闭环控制策略，在热源波动工况下自动寻优净功率输出。

INTRODUCED REFERENCE UNIT

JX125L / JX125M：直通式磁悬浮 ORC 机组

125 kW Flow-through Magnetic-bearing Organic Rankine Cycle Generator

直通式磁悬浮发电主机：饱和工质蒸汽先进入向心径流叶轮完成降压膨胀做功；做完功的膨胀后气体不直接排出机组，转而沿着机壳流道，流过发电机定子外侧、再穿过定转子之间的气隙，直接对高速永磁发电机的转子、定子进行冷却，最后再统一从机组排气口流出整机。

由于采用一体化流道，使得膨胀做功后的介质本身就充当发电机冷却介质，不需要额外冷却气源，所以简化了管道结构，系统整体也更加紧凑。

JX125L 与 JX125M 参数对比　JX125L vs. JX125M — Technical Comparison

对比项	JX125L 低温型	JX125M 中温型
适用热源温度	70 ~ 120 ℃ 热水 / 热液	⩾ 120 ℃，可利用 120 ℃ 以上蒸汽与烟气
额定输出功率	125 kW	125 kW
发电全效率	6% ~ 8%	8% ~ 12%
自回热（回热器）	无	有：透平乏汽先经回热器放热、再进冷凝器
转子转速 / 电气频率	24 500 rpm / 408 Hz	26 500 rpm / 442 Hz
动力与轴承	稀土永磁高速电机 + 主动磁悬浮轴承（AMB），发电机效率 98%，高速直驱无齿轮箱	
循环工质	R245fa：1 atm 沸点 15 ℃，最高使用温度 250 ℃，不可燃、不破坏臭氧层	
电气接口	三相 380 ~ 480 VAC，50 / 60 Hz	三相 380 ~ 480 VAC，50 / 60 Hz
撬装尺寸（不含换热器）	2951 × 2166 × 1248 mm	3000 × 2200 × 1250 mm
撬装模块重量	2.9 t	2.9 t
撬装构成	PDU 配电柜 + PE 电力电子柜 + PLC 柜（含 MBC）+ 发电主机 + 工质泵 + 储液罐	同 JX125L，并增配**回热器**（中温型专属）
控制与远程通讯	PLC + MBC + DSP；	
推荐年运行小时	⩾ 6 000 h/年	
整机噪声	< 75 dBA @ 1 m	
投资回收周期	2 ~ 2.5 年	

箱式集成交付　Containerized Delivery



JX125L 箱式集成交付机组

整箱交付

Delivered as a Complete Unit

磁悬浮发电主机、PE 电力电子柜、PLC 控制柜、工质泵与储液罐全部集成于集装箱式壳体内， 厂内不需二次装配，运输与吊装以整箱为单位就位。

- **整箱配置**：隔热与降噪一体，现场就地操作，适配厂区布置与检修通道。
- **整箱就位**：吊装到位后仅需「两换热器一电缆」接入即可并网发电。
- **扩展并联**：多箱并联扩容，匹配不同热源温度与负荷需求。

TECHNOLOGY PORTFOLIO

自研四大核心技术

Maglev Turbo-Generator · Four-Quadrant AFE · Smart Control · System Integration

01 双涡轮磁悬浮透平发电一体机
Dual-Impeller Maglev Turbo-Generator

从传统螺杆驱动、低速涡轮驱动到高速涡轮驱动的技术演进，当前技术瓶颈是单涡轮驱动ORC系统在变工况、部分负荷下效率衰减与可靠性问题，“双涡轮驱动磁浮发电一体机组”以永磁同步发电机+ 主动磁悬浮轴承构成高速直驱动力总成，涡轮与发电端一体化集成，取消齿轮箱与机械密封。

- **无油、无密封、无接触**：彻底消除工质泄漏与轴承磨损，维护量趋近于零。
- **15500–30000 rpm 高速直驱**：高转速匹配低沸点工质，膨胀做功效率更高。
- **串连双涡轮结构**：烟气依次通过双侧涡轮进行两次做功，提高发电效率到 10%–16%。
- **一体化撬装**：透平、发电机、功率电子与控制集成于标准撬装底座。



单轴高速转子 · 无齿轮箱 · 无润滑系统

02 四象限 AFE 变频器
Four-Quadrant Active Front End Inverter

适应300Hz – 1000Hz超高发电频率在的变频器在国内应用尚性首次。主动前端AFE四象限的变频器，采用合控式开关器件，形成交–直–交的双向置换路径，在同一套功率硬件完成"电动启动"与"发电回馈"两个方向的能量变换，省去独立的启动电机与并网装置，显著简化机组构成。

- **电网侧启动**：电网 → AFE → 电机，拖动转子至额定转速区间后切换至发电模式。
- **发电侧切换**：转子 → AFE → 电网，四象限运行支持能量双向流动与孤岛运行。
- **主动谐波治理**：AFE 电流可控，抑制低次谐波并提高功率因数，减小对厂区电网的冲击。
- **适应工况波动**：根据工况以及系统的各项参数，动态调整功率与转速，永远工作在最高效率区间。



同一硬件 · 双向能量流 · 无需独立启动电机

03 智能控制系统
Intelligent Control & Dispatch

PLC、磁悬浮控制器与电力柜控制器协同控制体系，覆盖从启动许可、暖机、稳态运行到降功率停机的全流程闭环。

- **安全启停**：综合判断热源、工质及系统组件状态，保证安全启停。
- **功率交接**：Hand–off Power 阈值自动完成"电网侧启动 → 发电侧切换"的无冲击切换。
- **多级联锁**：超温超压、透平超速、液位异常、通信中断等工况均有独立锁存与故障码。
- **无人值守**：远程参数监控，支持趋势回溯、系统清洗与参数下装。
- **降额运行**：特殊工况下自动降额运行，避免频繁启停。



信号采集 → 闭环调节 → 安全联锁 → 启停逻辑

04 换热与系统集成
Thermal Integration & Modularization

围绕"换热端提效 + 冷端综合利用"构建系统级效率优化能力，兼顾直接换热与间接换热两类工程路线。

- **四大换热器**：烟气换热器、蒸发器、回热器、冷凝器，匹配不同热源与冷源条件。
- **双技术路线**：蒸发器直接换热式（烟气直入，最大化取热）与间接换热式（导热油解耦）可选。
- **安全管理**：自适应工况调节、自适应功率/转速调节、多条件联锁控制、安全启停、降额运行、应急处理让系统能安全可靠地运行。
- **撬装化交付**：整机预组装、预测试，现场两管一电缆接入，安装周期大幅压缩。



热端提效 × 冷端综合利用 → 系统净功率最大化

APPLICATIONS & CASE STUDIES

应用领域

Where the Waste Heat Comes From · Proven Economics

玻璃 / 陶瓷窑炉
烟气余热
150–400 °C
JX150 / 125 kW 级
烟气直换热

钢铁 / 焦化
工艺余热
200–450 °C
≥200 kW 级
高温工质方案

石化 / 化工
工艺余热
120–300 °C
导热油解耦
防爆设计

造纸 / 纺织 / 印染
蒸汽冷凝水
90–150 °C
热水型热源
投资回收快

燃机 / 锅炉
排汽余热
100–250 °C
并入厂区电网
可孤岛运行

生物质 / 垃圾
焚烧烟气
180–400 °C
腐蚀性工况
材质可选配

地热 / 地温
低温热源
70–120 °C
低温突破型
低品位回收

船舶 / 柴油机
缸套水余热
80–120 °C
高密度撬装
抗震 / 静音

场景一 · 玻璃窑炉烟气余热（直接换热式）

Flue-gas Waste Heat Recovery, Direct Heat Exchange

烟气流量	26 000 Nm³/h	烟气温度	300 → 150 °C
烟气换热量	2 924 kW	冷却水	25 → 30 °C
毛发电功率	281.3 kW	机组净功率	238.0 kW

年运行小时	8 000 h
年发电量	190.4 万度 / 年
年化发电收益（电价 0.65 元/度）	123.76 万元

场景二 · 玻璃窑炉烟气余热（间接换热式）

Flue-gas Waste Heat Recovery, Indirect Heat Exchange

烟气流量	18 000 Nm³/h	烟气温度	275 → 110 °C
蒸发侧	130 → 100 °C	冷凝侧	29 → 37 °C
发电机输出	112 kW	系统净输出	83 kW

年净发电总量	66.4 万度 / 年
年净收益	43.16 万元
年减碳量	662 吨 CO_2e

场景数据取自中天威尔既有工程技术方案测算；

选型决策路径 Model Selection Decision Path

先判热源类型与温度区间，三步选定机型

① 70 – 120 °C
热水型热源 · 70 ℃ 级热水即可驱动

JX125L
低温型 · 125 XLT 平台 · 撬装 2.9 t
发电全效率 6%–8%，不带回热器

② 120 – 200 °C
中温蒸汽 · 中高压蒸汽与工艺余热

JX125M
中温型 · 125 MT 平台 · 撬装 2.9 t
发电全效率 8%–12%，带回热器

③ ≥ 180 °C
高温蒸汽 / 窑炉烟气 · 180 ℃ 以上

JX150D
自研 · 双涡轮磁悬浮 150 kW
发电全效率 10%–16%，带回热器

让每一份被浪费的热，
都变成可计量的绿色电能

LET US TURN YOUR WASTE HEAT INTO CLEAN POWER

我们提供从热源评估、方案设计、装备制造到并网运行与运维服务的一体化解决方案。

- 热源评估与工况匹配
- 方案设计与经济性测算
- 装备制造 · 并网调试 · 运维托管

MONITOR AI 巨蜥智能

NEXT STEP / 下一步

AI 赋能工业低碳节能

AI Empowers Industrial Low-Carbon and Energy Saving

工业窑炉烟气、汽轮机排汽、余热锅炉热水。70—500 ℃ 的中低品位余热， 经评估后即可转化为可并网的清洁电能。我们提供从热源评估到并网运维的一体化解决方案。

热源评估与工况匹配
Heat Source Assessment

方案设计与经济性测算
Technical & Economic Proposal

装备制造与撬装交付
Skid Manufacturing & Delivery

并网运行与运维托管
Grid Connection & O&M

一次评估 · 三份交付物 / Deliverables

工况匹配表
Heat Source Matching Sheet

经济性测算书
Payback & ROI Proposal

整机技术方案
Technical Solution & Layout

公司 河北巨蜥智能科技有限公司
地址 河北省邯郸市魏县经济开发区新方向产业园 3 号厂房
电话 常经理: 15110067832 刘经理: 17318258521
网址 www.juxi.ai

版本 V1.0 / 2026 年 10月

www.juxi.ai

MONITOR AI
巨蜥智能

双碳引领 · 绿动未来

POWERING A LOW-CARBON INDUSTRY

ORC低品位余热发电 · 河北省邯郸市魏县经济开发区

公司 河北巨蜥智能科技有限公司

地址 河北省邯郸市魏县经济开发区新方向产业园 3 号厂房

电话 常经理: 15110067832 刘经理: 17318258521

网址 www.juxi.ai

版本 V1.0 / 2026 年 10月

www.juxi.ai