

案例故事

# ORC 朗肯循环系统回收废热生产清洁能源

廉价可持续性能源是现代社及全球经济的关键影响因素。但我们周围的主要能源生产很少专注于将热量副产品作为二次能源使用。尚未开发的高成效能源是废热。

CHALLENGE EFFICIENCY

**SUPER**  
A DOVER COMPANY

许多工业过程均为能量密集型，会释放大量废气和废蒸气。过程效率低下加上现有技术无法回收废热，导致现代工业损失大量能量，该部分能量直接进入空气或冷却系统。由于废热生产能源效率取决于废热源温度，截至目前大规模回收废热仍不可行，也不具有经济效益。当前技术仅限于处理中高温（高于 500°F/260°C）热源，而大部分废热温度低于 300°F/150°C。但支持更低温度的新技术正在形成。

## 朗肯循环经济上可行

新兴技术之一有机朗肯循环 (ORC) 降低对温度的要求，使回收废热进行发电具有了经济可行性。ORC 工作原理与描述电厂蒸

气涡轮机工作的完善朗肯循环相同。首先将受限于闭合回路的工作液泵送至蒸发锅炉。通过涡轮机时，有机蒸气液扩散并最终冷凝，壳管式换热器中通常使用闭水回路。热动力循环在冷凝物泵回蒸发器时完成。蒸发在高温/高压侧进行；冷凝在低温/低压侧进行，低温/低压侧是与正常制冷循环相对的一侧。

各种可用工作液（烃类和制冷剂）和轴流式涡轮机到活塞或 Wankel 型膨胀器等能量转换器，支持设计覆盖更大温度范围且具有优良性能的系统。这同样使换热器生产商面临挑战：换热器生产商需要使对压降极其敏感的系统适应复杂的流

量、压力和温度组合。曾经需要借助成本高昂并且体积庞大的定制解决方案来实现这一要求。现在，大部分情况都可以通过大批量生产的模块化钎焊板式换热器解决。这些技术优势支持简单启动/停止程序、自动化运行、最大程度减少维护量，部分负载下确保良好性能以及可靠安静运行。

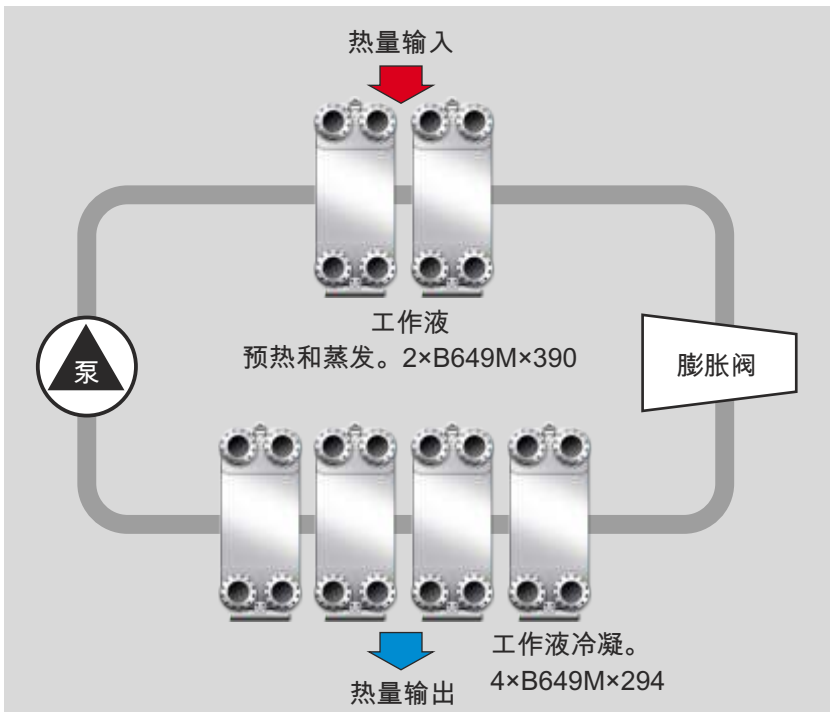
## 日本焚化厂生产清洁能源

过去几年中，ORC 系统换热器组件开发速度不断加快。日本具有先进技术并且工业对能源需求量较大，同时对核能依赖程度不断增加，因此这一现象在日本尤为明显。总部位于日本的 Daiichi Jitsugy 公司收到 Ertec 在新废物焚化厂安装 ORC 系统的请求时，公司工程师知道他们需要不同寻常的换热器。SWEP 自然成为他们的首选。Daiichi 和 Ertec 在 2011 年末了解到 SWEP，但多年以来 SWEP 与总部位于美国的 Access Energy 公司进行合作，该公司制造工厂 ORC 系统核心部件。“我们从 2012 年 4 月开始合作。这是我们首家 ORC 演示工厂。” Daiichi 负责该项目的工程师 Osamu Ito 说道。“Ertec 首台测试设备采用 B500。”SWEP 日本销售经理 Seiichiro Misaki 说道。山梨县私有焚化设施目前使用焚化过程产生的高温废气生产清洁能源。ORC 系统用于移除废气热量并转换为可现场使用或当地出售的电能。

“测试设备运行状况良好，Daiichi 希望将容量从 75 KW 增加至 125 KW 并且获得更高性能。” Seiichiro Misaki 说道。SWEP 能够满足这一要求。“我们能够计算并选择正确的钎焊板式换热器，”







Seiichiro Misaki 说道，“并且我们拥有正确容量的钎焊板式换热器。在许多项目中，我们的性能都超过竞争对手，所提供的性能与计算和选择结果十分接近。”对于该工厂，SWEP 选择了性能最强大的换热器 B649。“该项目是相对较小的工厂，但产能非常大，”Osamu Ito 说道，“提高电力产能是我们一贯的追求。”

## 容量超出想象的 换热器

B649 容量至少是同类换热器的两倍，是当今市场中性能最强大的换热器。其结构紧凑，可节省空间并减少所需管道和接头数量。B649

核心部件在瑞典生产，专为区域供热和冷却站、暖通和工业项目制造：几乎适用于所有需要在较高工作压力下趋近温度平衡高效紧凑钎焊板式换热器应用。B649 容量类似于垫片式换热器，但不存在易磨损和撕裂部件。与其他使用大量材料支撑设备、框架等部件的技术相比，B649 中 95% 材料参与换热。B649 适用于 3 个不同压力等级，包括 25 bar 高压等级，可节省备件、空间、能耗、运输和安装成本。

尽管这些换热器是首批商业化生产的新型产品，SWEP 仍及时为安装获取了 KHK（日本高压气体安全学会）批准。“板片数非常多（294 片和 390 片），但运行状况良好。”Seiichiro Misaki 说道。截至目前项目非常成功。2013 年 11 月末，Ertec 工厂举行了大型庆祝会。“我们邀请许多客户来到现场，”Osamu 说道，“所有人都非常兴奋并祝贺我们在此工厂取得成功。SWEP 是可靠的合作伙伴和供应商。”

## 开发 一直在进行

ORC 应用使用液态废热源，但 Daiichi 正在寻求提高温度和压力并使用替代蒸气源的方法。热源可以相同，但发电优化级更高，因此希望获得更高温度的能量。系统通过蒸气完全或部分冷凝级联过程获得能量，同时工作液蒸发。通常蒸气工作温度范围为 265-355°F/130-180°C，但原则上无上限。专为提供最高效率和卓越系统性能设计，所有 SWEP 钎焊板式换热器都可在低至 140-160°F/60-70°C 的温度下工作。这为太阳能等温度受限的可再生能源带来全新的可能性，SWEP 必定会参与未来的发展工作。

SWEP 是全球领先钎焊板式换热器 (BPHE) 供应商之一。SWEP 在换热器领域处于全球领先地位，不断开发完善，为市场提供最新技术。SWEP 以为客户提供卓越性能、经济性和服务为宗旨。SWEP 成立于1983年，由一些首批商业化钎焊板式换热器技术的热工先锋建立。SWEP 紧密贴近客户，在50多个国家/地区派驻代表，在20多个国家/地区组建专业销售团队。生产地点设于瑞典、瑞士、美国、马来西亚、斯洛伐克和中国，可为全球客户提供服务。公司隶属于跨国公司Dover Corporation。