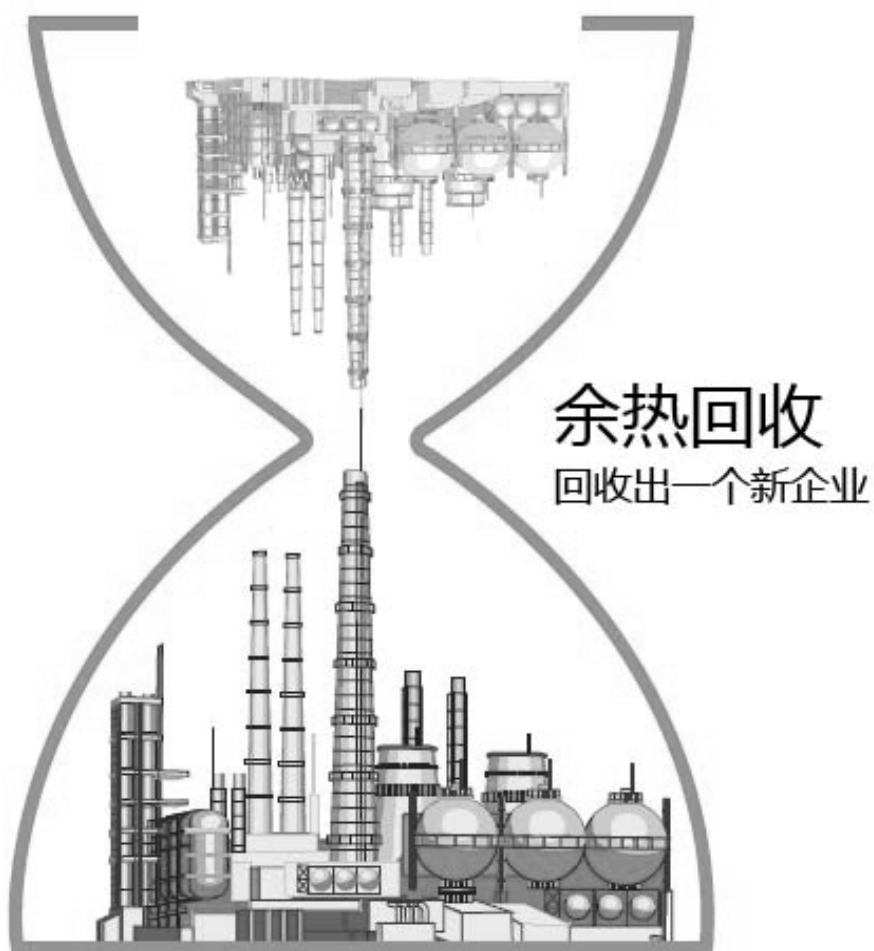


余热系统节能解决方案范例

(无缝钢管和新型建材行业)



烟台创元热能科技有限公司是一家注册于2003年具备独立企业法人资格的综合性民营高科技企业。创元十多年来专注节能潜力最大的热能节能特别是烟气余热回收的研究，凭借独有的联通式热管技术及余热回收系列产品，与山东最大节能服务公司——省经信委下属山东融世华租赁有限公司独家合作，为钢铁、化工、印染、玻璃等十多个行业提供具有行业针对性的统节能解决方案、相关专用余热回收器和节能融资租赁服务。

烟台创元热能科技有限公司 能效设计室 编制

核心技术

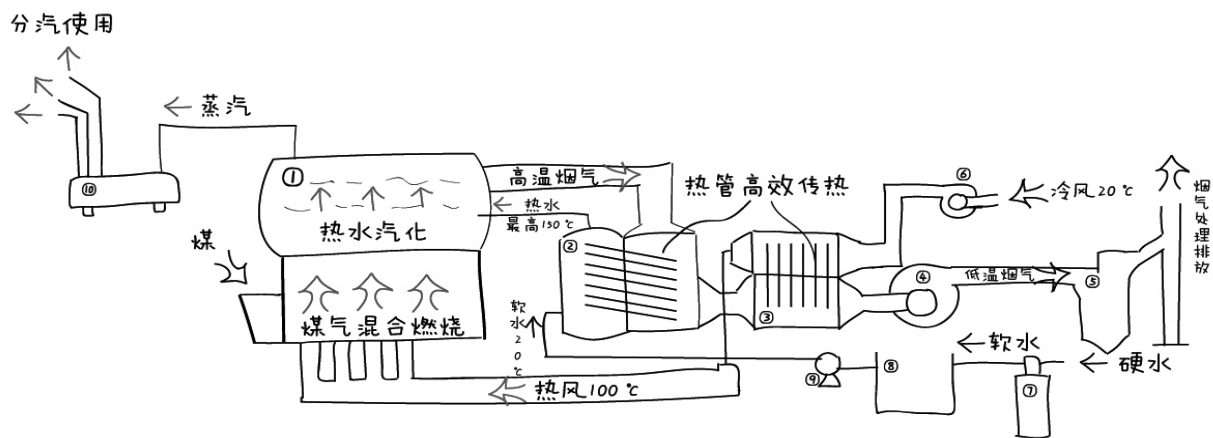
工业能耗占国内总能耗的 60%，节能潜力的 30%在热能领域。而热能节能的核心是余热利用，创元抓住节能的先机，与浙江大学热能研究所和中国计量学院热能研究所合作进行高效换热元件及换热器的基础研究，针对烟气余热特点发明了**联通式热管**。

高速=高效。联通式热管用于高效传热，本公司的热管元件最高传热速度为 350-400m/s，而同等情况下铜的传热速度为 0.1-0.15m/s，而同行业的平均水平不超过 120m/s。：

针对锅炉的排烟和不完全燃烧热损失占总热损失 90%的情况发明了“**联通式热管余热回收器和空气预热器联合系统**”，可将锅炉补水温度提高至 90-150℃，热效率达到 85%以上（国家标准规定为 60%-75%）。

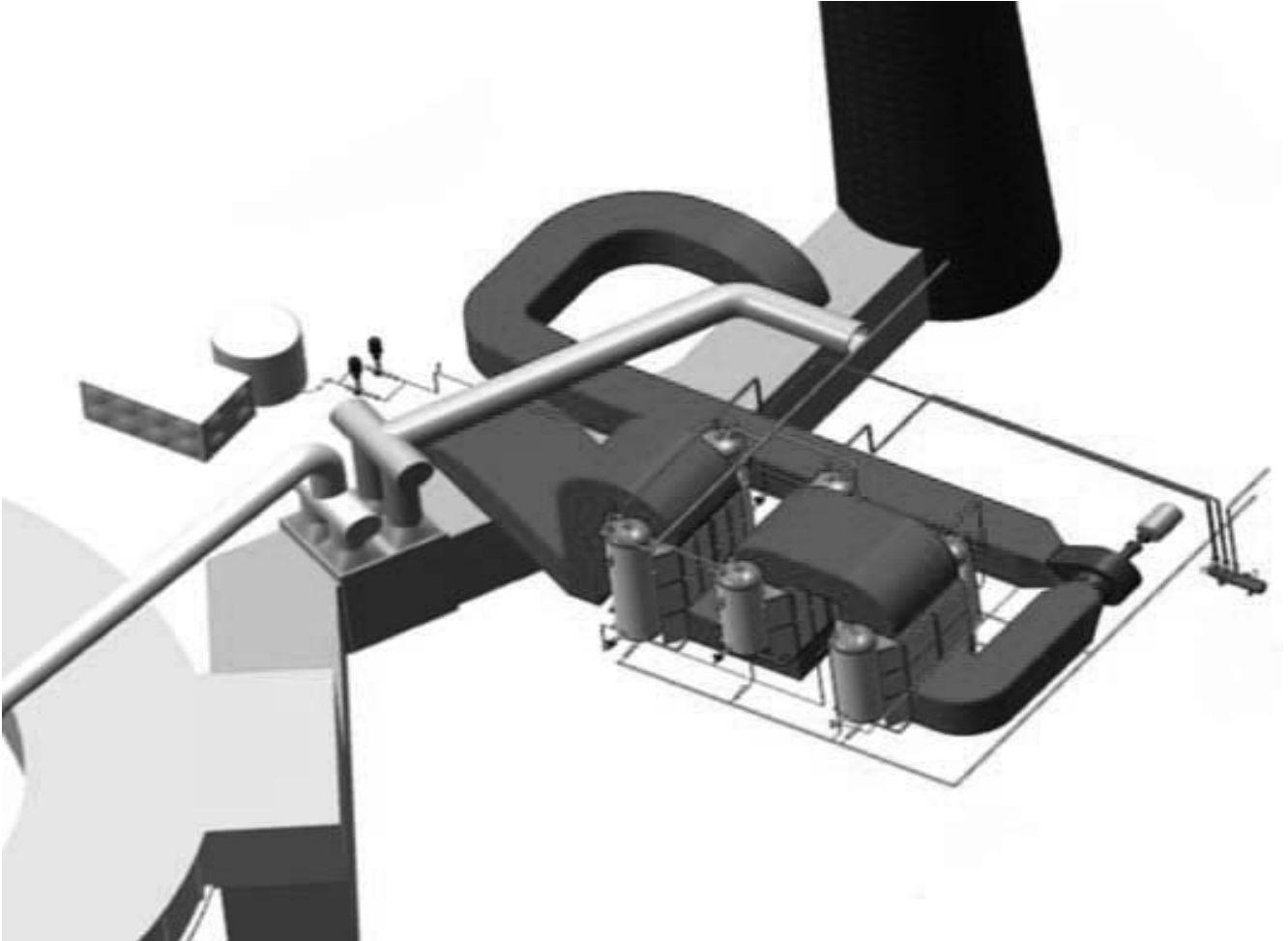


针对钢铁、铸造、玻璃等行业的高温烟气而发明的“**联通式热管余热锅炉**”，成为山东省内唯一生产热管式锅炉的公司。该技术可将高温烟气直接转换为高品位蒸汽用于**发电**或正常生产，在无缝钢管行业实施了国内首创的余热发电、在铸造行业实施了首创的余热锅炉项目.....



注释：①锅炉 ②联通式热管余热回收器 ③联通式热管空气预热器 ④引风机
⑤烟气处理 ⑥鼓风机 ⑦软化水箱 ⑧水箱 ⑨水泵 ⑩分汽缸

环形炉余热发电暨系统节能解决方案



引言

热轧无缝钢管工艺流程主要包括：扎前坯料准备，管坯定心，管坯加热，穿孔，轧制，定减径，冷却与精整，切断，检查。管坯加热所用环形加热炉是生产过程中最大的耗能设备，占总能耗量的 50%~70%；且热能利用率较低，在空气预热器回收部分烟气余热后，本体热能利用率仍低于 50%。因此，在热轧无缝钢管生产工序中，主要的节能空间在于环形炉的烟气余热利用。

1、环形炉及其余热分析

1.1、环形加热炉及其余热

环形加热炉是用于管坯穿孔前加热的主要热工设备。管坯经进料机侧进入炉内，经预热段、加热 1 段（1000~1200℃）、加热 2 段（1140~1250℃）、加热 3 段（1250~1295℃）、均热段（1250~1295℃），最后经出料机侧出炉。环形炉烟气经空气预热器将空气预热，空气预热器出口烟气温度 350~500℃，其后，烟气经地下烟道、烟囱外排。

环形炉热源来自于燃料燃烧化学热，其热能有效利用率不到 50%，主要用于钢坯加热和空气预热，炉子热能损失包括烟气带出的热量、冷却水带走的热量、炉壁导热损失、炉门辐射损失和其他损失，其中烟气带走的热量占环形炉总热损失的 70% 以上。

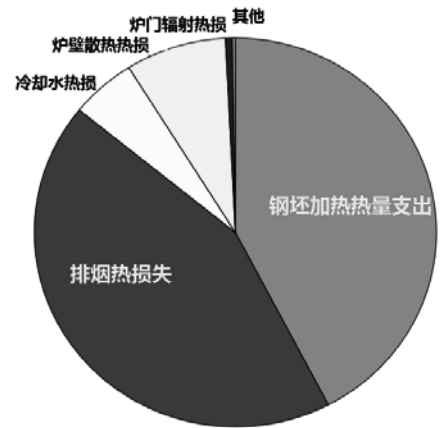


图 1 环形炉热量支出比例图

1.2 环形炉烟气余热量化分析

下面以一台高焦混合煤气为燃料的环形加热炉为例，对其烟气余热量进行量化分析：

环形加热炉中径 21m，内宽 4.2m，为 5 段炉型，4 段供热，其中 3 个加热段，1 个均热段。燃料低发热值： $1200\sim 1400 \times 4.186 \text{kJ/N m}^3$ ，燃气接点流量： $23000 \text{Nm}^3/\text{h}$ 。

混合煤气热值		1288kcal	
计算的燃料消耗量 B		11940	
1	热平衡项目	热量 (10^3kcal)	各项比例
	炉膛热收入 $Q_{入}$	18113.83	
1)	燃料燃烧化学热 $Q_{烧}$	17954.42	98.12%
2)	金属氧化放热 $Q_{放}$	159.41	0.88%
	炉膛热支出 $Q_{出}$	18113.83	
1)	加热金属带出的物理热 $Q_{产}$	7671.68	42.35%
2)	排烟热损失 $Q_{废}$	7878.67	43.50%
3)	冷却水带出的物理热 $Q_{水}$	953.60	5.26%
4)	炉壁导热损失 $Q_{壁}$	1467	8.10%
5)	炉门辐射损失 $Q_{门}$	97.97	0.54%
6)	其他热损失 $Q_{它}$	44.90	0.25%
	炉子热效率 $\eta_{炉} = Q_{产}/Q_{烧} \times 100\%$	42.35%	

注：煤气发生炉的煤气转换效率未计入综合效率中。

根据上表可知，环形炉目前工况下炉子热效率为 42.35%，炉窑散热损失主要是排烟热损失（43.50%），占总热损失的 75.47%，是浪费最严重也是节能潜力最大的环节。

2、烟气余热利用系统解决方案

2.1 设计思路

环形炉烟气温度高，流量大，采用热管式余热锅炉回收环形炉烟气余热，将烟气温度从 350~500℃ 将至 120℃，将烟气余热充分回收，用于产出低压饱和蒸汽；产出的蒸汽可用于余热发电、蒸汽外卖、办公区和厂区的制冷（溴化锂）供暖、职工洗浴等等，在减少热污染，节能降耗的同时，降低了单产能耗，产出可观的经济效益。

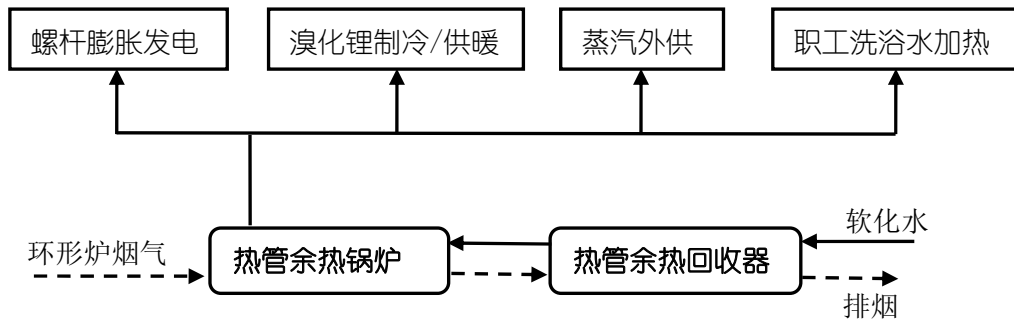


图 2 环形炉烟气余热利用流程图

2.2 解决方案

余热资源化分析

现有一台 26m 环形炉为，以发生炉煤气为燃料，日平均煤耗量 95 吨，。燃料成分如下表 2 所示，燃烧过量空气系数 1.15，烟气流量 35652.33Nm³/h，空气预热器后排烟温度 400℃。

表2 烟气余热分析一览表					
煤气成分一览表					
CO	H ₂	CO ₂	O ₂	CH ₄	N ₂
28.03%	14.5%	2.9%	0.1%	3%	51.47%
烟气余热量分析					
理论烟气成分	CO ₂	H ₂ O	O ₂	N ₂	
体积百分比	10.93%	6.70%	6.98%	75.39%	
烟气比热容 kJ/(Nm ³ ·K)	1.4309 (400℃)		烟气可回收热量		347.397万 kcal/h
	1.3755 (120℃)		蒸汽产量		4.7 t/h

根据其现有情况，提供如下烟气余热回收系统解决方案：

联通式热管余热锅炉系统

于环形炉空气预热器后烟道出口处安装一套由创元热能科技有限公司研发的“多级联通式热管式余热锅炉系统”，将烟气温度降至前所未有的 120℃，充分回收浪费的热量，产出 0.8MPa 饱和蒸汽。

表 3 余热回收系统参数一览

	参数	单位
设备总热功率	4640	kW
额定蒸发量	5.5	T/h
烟气量	35652.33	Nm ³ /h
进出烟气温度	400/120	°C
饱和蒸汽	170.4/0.8	°C/MPa
蒸汽产量	4.7	T/h

余热利用系统

产出的蒸汽可有以下三种利用途径：（1）低压饱和蒸汽螺杆发电、（2）办公区/厂区溴化锂制冷/供暖、（3）蒸汽外供。

表 4 节能分析一览表				关键数
热管余热锅炉				每天可回收 6947.94 万 kcal
回收对象	烟气余热	小时回收热量	347.397 万 kcal	
进烟温度	400°C	设计排烟温度	120°C	
节能效果	每小时产出 0.8MPa 饱和蒸汽 4.7 t/h			年发电效益 255.84 万元
余热用途 1：螺杆机组发电				
驱动动力源	蒸汽	蒸汽耗量	4.7 t/h	
节能效果	每小时净发电量 520kW 左右			冬季供暖效益： 174.2 万元； 夏季制冷效益： 99.3 万元
余热用途 2：供暖/制冷系统				
驱动动力源	蒸汽	蒸汽耗量	4.7 t/h	
采暖热负荷	60W/m ²	制冷负荷	100W/m ²	冬季供暖面积可达 67000 平方米； 夏季制冷面积可达 40000 平方米。
节能效果				
余热用途 3：蒸汽外卖				年蒸汽外卖效益： 338.4 万元
日蒸汽量	94t/d	蒸汽价格	120 元/t	
节能效益	日蒸汽效益可达 11800 元			

3、关键技术

3.1 联通式热管余热锅炉系统

联通式热管余热锅炉

系统核心是联通式热管余热锅炉和联通式热管余热回收器，均以联通式热管为传热元件。可根据现场要求设计成立式或卧式，属国内首创。



卧式系统



立式系统

图4 联通式热管余热锅炉

安全的联通式热管

热管式锅炉产汽速度快，余热回收效率高，可谓优点多多，但存在一个严重安全隐患——爆管。热管长时间运行后，管内会有少量 H_2 等不凝性气体产生，在热管上部积聚，不仅占据管内空间，而且降低热管放热段的换热效率。热管吸热段温度升高，管内工质汽化后，压力增大，热管放热段不能及时将热量带走，吸热段热管工质继续吸热汽化，使热管管内超压，引起爆管。

对于单支形式的热管锅炉，一旦有热管爆裂，由于管内工质汽化产生高压，热管骤然变形，将其他热管打乱甚至引发其他热管爆裂，导致大批热管失效，排烟温度升高，蒸汽产出量降低，甚至锅炉报废。



图5 单支形式热管锅炉爆管现场

3.2 高效螺杆发电系统

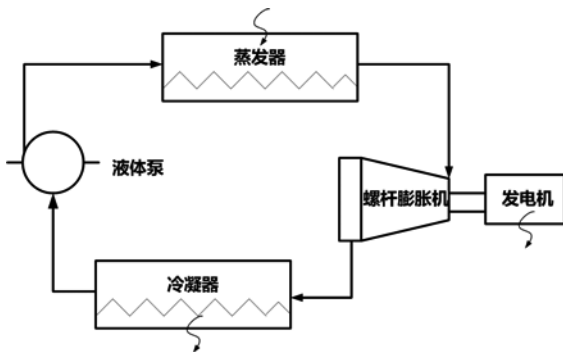


图 6 有机朗肯循环原理图

有机工质进入膨胀机后膨胀降压，推动转子转动进行发电。其主要特点是对热源温度要求低且效率高， 65°C 即可发电。图 7 为有机朗肯循环（ORC）流程图。

3.3 溴化锂制冷机组

即溴化锂吸收式制冷机，用溴化锂水溶液为工质，其中水为制冷剂，溴化锂为吸收剂。溴化锂吸收式制冷机主要由发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器、换热器、循环泵等部分组成。

在溴化锂吸收式制冷机运行过程中，当溴化锂水溶液在发生器内受到热媒水的加热后，溶液中的水不断汽化；随着水的不断汽化，发生器内的溴化锂水溶液浓度不断升高，进入吸收器；水蒸气进入冷凝器，被冷凝器内的冷却水降温后凝结，成为高压低温的液态水；当冷凝器内的水通过节流阀进入蒸发器时，急速膨胀而汽化，并在汽化过程中大量吸收蒸发器内冷媒水的热量，从而达到降温制冷的目的；在此过程中，低温水蒸气进入吸收器，被吸收器内的溴化锂水溶液吸收，溶液浓度逐步降低，再由循环泵送回发生器，完成整个循环。如此循环不息，连续制取冷量。

螺杆发电系统由两大部分组成：蒸汽型螺杆膨胀发电机组+ORC 螺杆膨胀发电机组。

蒸汽型螺杆膨胀发电机组利用蒸汽的压差进行发电，实测等熵效率 70%以上，远高于其他同类产品发电效率。压力高于 0.25MPa 的水蒸汽即可通过蒸汽型螺杆膨胀机进行发电。

ORC（有机朗肯循环）螺杆膨胀发电机组利用无压力的一般热流体的加热低沸点有机工质，蒸发升压后的



图 7 ORC 实物照片

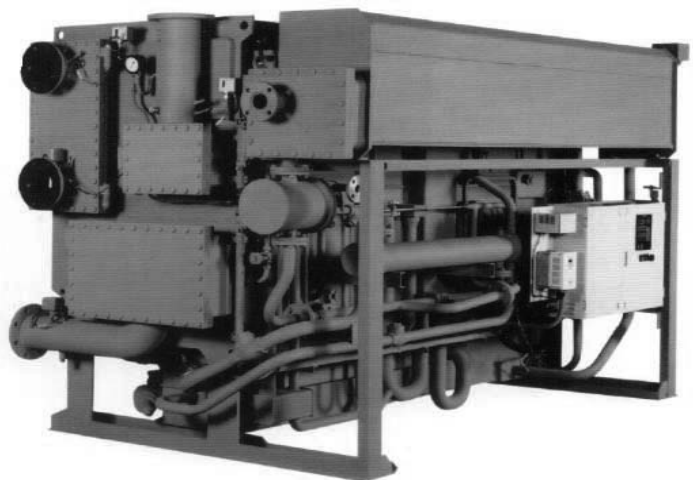


图 8 蒸汽双效吸收式制冷机

4、典型案例

4.1 山东某钢管有限公司环形炉余热发电

4.1.1 项目背景

山东某钢管有限公司成立于1996年，是国内大型热轧无缝钢管专业生产厂家之一。拥有热轧无缝钢管生产线三条，热扩生产线二条，年产 $\Phi 73\text{mm}-630\text{mm}$ 钢管45万吨。

两台预备改造环形炉中径分别为28m、17m，其中：28m环形炉煤耗量为120吨/天，排烟温度约 430°C ；17m环形炉煤耗量约为40吨/天，排烟温度约 500°C 。除空气预热器无其他节能设备，两座环形炉烟气可回收余热损失达14613.33万大卡/天。

4.1.2 实施方案

由创元能效设计室提供系统解决方案和主要设备配套的建议，其中：余热锅炉由烟台创元公司生产安装并负责部分管网安装，螺杆发电系统由浙江开山集团供应，山东融世华租赁有限公司整体采购投资与该公司采取融资租赁的模式进行合作，为期三年。

于空气预热器后设旁通烟道，分别加装一套联通式热管余热锅炉，将烟气温度降到 140°C 以下生产1.2MPa饱和蒸汽。额定蒸发量分别为3.0t/h和15t/h，实际可达2.6t/h和10.0t/h。远高于之前采用的单级热管锅炉的1t/h和3.5t/h。蒸汽用于优先供应隔壁造纸厂，再通过两级蒸汽型螺杆膨胀机+ORC螺杆膨胀机三级发电，日常供暖、制冷和其它员工福利。

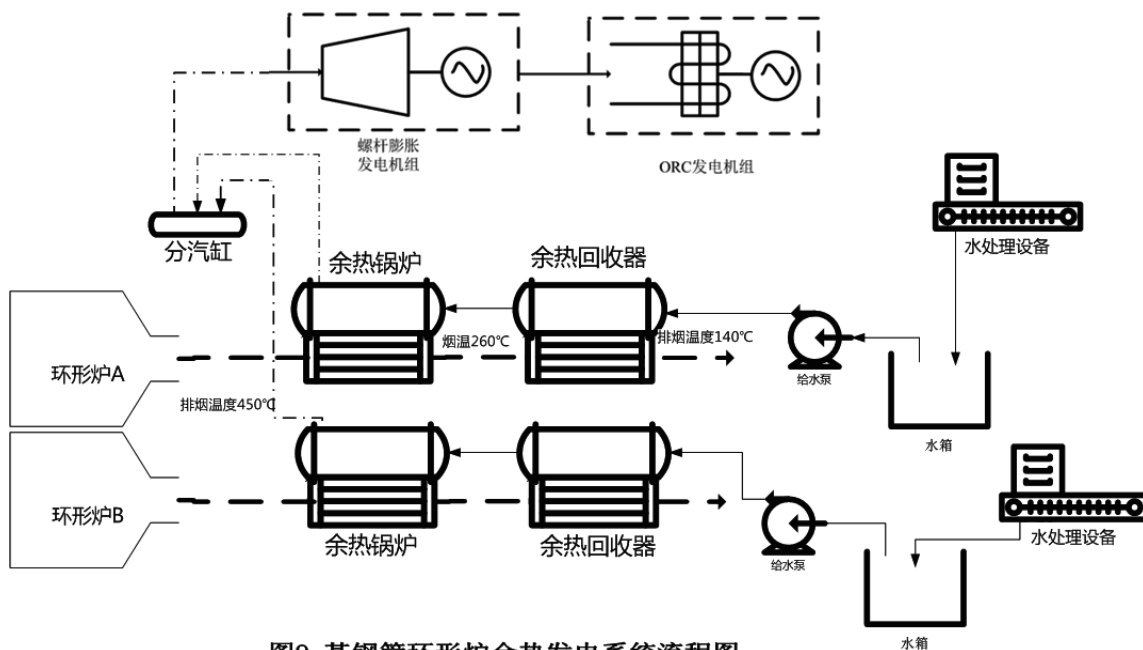


图9 某钢管环形炉余热发电系统流程图



图 10 2#炉余热锅炉现场照片



图 11 3#炉余热锅炉现场照片

4.1.3 经济效益

通过改造后烟气排放温度降至 140℃ 以下，每天产出 1.2MPa 饱和蒸汽 238 吨，螺杆膨胀机组三级发电，满负荷发电量可达 30000kWh/天。平均电价格按 0.8 元/kWh，外供部分蒸汽 180 元/t，年运行工作时间 300 天。

除福利用汽，每年发电和外供蒸汽毛收益达 980 万元，项目总投资不超过 2500 万。投资回收期两年半，后续收益全部为用户所有。在当下钢铁市场形势下，节能收益占该公司净利润 36%！

4.1.4 持续的节能

又为该公司免费提供了烟气余热深度利用的建议，供生产工人洗浴用水和外卖热水。特别与现场专家共同对环形炉的运行进行诊断，将过量空气系数由 1.3-1.4 降至 1.1 左右，预计每年减少氧化烧损 5700 多 t，毛收益 1650 万。

4.2 烟台某钢管有限公司环形炉

4.2.1 项目背景

该公司有一台加工能力 60t/h 的环形炉，每小时用煤气 131832 Nm³，煤气热值 1300 kcal/m³，环形炉，排烟温度约 450℃，每天烟气可回收余热损失达 3452 万大卡。

4.2.2 实施方案

该项目由本公司独立投资。采用两级式余热锅炉，设计功率 2580 kW，烟气温度从 450℃ 降至 142℃，每天可回收热量 3452 万大卡余热，可生产蒸汽 0.4MPa 蒸汽 39t 左右。



图 12 余热锅炉现场照片

4.2.3 经济效益

通过改造后该公司烟气排放温度降至 142℃ 以下，回收的热量用于产出 1.0MPa 饱和蒸汽，每天回收热量 3452 万大卡，产生蒸汽 39.26 吨。蒸汽按 120 元/t 计算，每天创收 4711 元，核算至一年节能效益就有 115.5 万元，投资回收期仅。

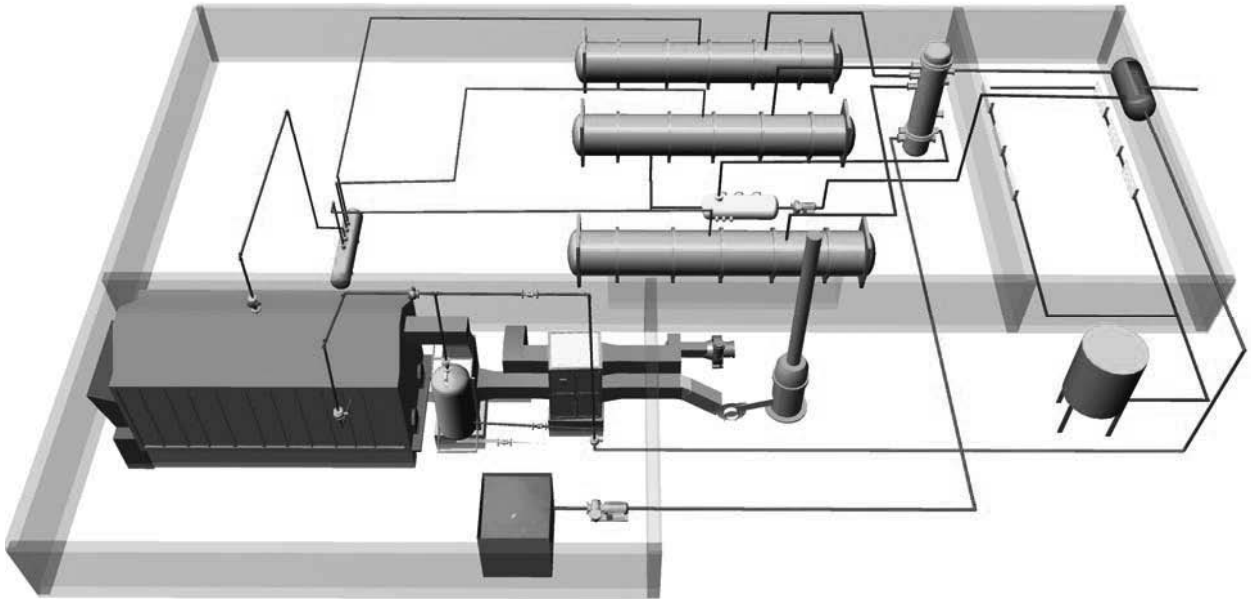
4.2.4 社会环境效益

排烟温度降低，对周围环境产生的热效应等不良影响也会降低，能源使用量降低，CO₂ 排放量同时降低，真正做到了节能减排，对环境有积极的意义。

4.2.4 持续的节能

设计室后续为该公司提供了钢管成品冷床余热和压缩机余热回收的解决方案，利用余热代替蒸汽为 4800m² 办公楼提供供暖用热。

加气混凝土余热系统回收暨节能增产整体解决方案



摘要：加气混凝土生产需要大量用热，热能成本占比重较大，同时又有烟气、余汽和冷凝水三处大量余热被浪费，有相当可观的节能空间。作为国内唯一研究加气行业热能利用并从事热能系统节能的企业，烟台创元热能科技有限公司拥有十余项加气节能相关专利。在已有工程实践的基础上，从余热综合利用的角度提出加气混凝土节能增效改造方案—利用热管余热回收器和空气预热器回收锅炉排烟余热、余汽冷凝器回收蒸压釜余汽再利用、冷凝水回收系统回收冷凝水余热，对整个生产工艺流程中的余热进行综合回收统筹利用，达到最大限度降低热能成本和提高生产效率的目的并结合实际案例加以说明。

关键词：加气混凝土 余热综合回收 节能增产 联通式热管

前言

加气混凝土砌块具有质轻、保温隔热、隔音、耐火性能好等优点，在我国已广泛应用。生产工艺中用热能的地方很多，主要的制浆、预养、蒸压养护三个过程都用到热，热能成本占生产成本的 20%至 25%。制浆、预养和蒸压养护过程虽然都需要用热，但对热的品质和用量要求有差别，现在很多生产工艺中这三个过程还是统一以蒸汽的形式供热，是对热能的极大浪费。蒸压养护过程中蒸汽用量最大，约占蒸汽总用量的 82%，对热能品质要求也最高，制浆、预养过程蒸汽用量分别占蒸汽总用量的 9%、5%[1]。整个蒸压养护过程中，加热制品所消耗的热量大约占 35%~37%，加热设备的热量大约占 20%~23%，热量散失的损失大约占 3%，釜内自由空间的蒸汽含热约为 5%~6.5%，冷凝水含热约为 30%~33%[2]。从节能角度考虑，加热制品、加热设备的热能消耗是不可避免的；热量散失总要发生，但可通过更好的保温降低其散失量；蒸压釜余汽、冷凝水则是可再次利用的，这部分余热占总热耗的 33%~38%[2]。将余汽和冷凝水的余热回收后，将其用于制浆、预养过程，则可降低蒸汽用量，节约能源。

锅炉是加气混凝土生产中主要的供热设备，锅炉热损失主要包括排烟热损失、气体未完全燃烧热损失、固体未完全燃烧热损失、散热损失、灰渣物理热损失，其中排烟热损失达 8~20%，排烟温度每降低 12~15℃，可节煤 1%[3]。回收烟气余热，降低排烟热损失，是节约能源，降低成本的有效途径之一。

本文在烟台创元热能科技有限公司已有工程实践的基础上，针对加气混凝土行业提出以联通式热管技术为核心的“余热综合利用系统”，将锅炉排放的烟气和蒸压釜排放的乏汽、冷凝水中可回收的余热回收用于锅炉、制浆、预养工序，降低能源成本和综合成本，提高生产效率，并结合实际案例加以说明。

1、热能节能设备

1.1 热管及热管换热器（详细介绍请参照彩页）

1.2 余汽、冷凝水余热回收器

1.2.1 余汽冷凝器

针对余汽不纯净、压力低、排放时间短的特点，在冷凝式汽轮机系统冷凝器的基础上改造而得，通过换热方式将排出的大部分余汽冷凝，用于加热锅炉补水。该设备体积小、占地少，使用该设备不仅可更充分回收余汽的余热，而且排汽阻力远远小于盘管，不会造成排汽时间的延长。

1.2.2 冷凝水回收器

冷凝水回收器是将由蒸压釜排出的高温冷凝水的余热回收，用于锅炉补水加热等的余热回收装置，其结构如图所示。干净的冷水走管程，冷凝水排放至容器中，先被盘管冷却至 1

0 0 °C 以下为锅炉给水预热，再排放用于冲浆和制浆，制浆用汽量减小 80% 左右。

由于加气混凝土生产需要蒸汽直接与产品接触，冷凝水不洁净，高压冷凝水回收机、往复泵等设备无法对其进行充分的热回收，而冷凝水与釜内蒸汽温度一致，通常在 150-180 °C，敞开排放使得其闪蒸后迅速降至 100 °C 以下，三分之二的可利用余热被损失掉。烟台创元热能科技有限公司自主研发的盘管式冷凝水回收器则可避免闪蒸导致的余热损失，充分回收冷凝水余热。

2、加气混凝土行业系统余热回收及其效益分析

2.1 系统余热回收的一般工艺

加气混凝土生产过程中余热可回收点有以下三处：（1）锅炉烟气余热；（2）蒸压釜余汽；（3）蒸压釜冷凝水。

烟台创元热能科技有限公司采取以下系统回收解决方案：

（1）对于生产过程中锅炉烟气余热，利用余热回收器与空气预热器，回收锅炉高温烟气余热降低烟气温度，利用回收的余热通过余热回收器预热锅炉给补水（三次预热），空气预热器预热进入锅炉的助燃空气；

（2）少量低品质余汽，利用余汽回收器回收，预热锅炉给水（二次预热）；

（3）对于整个系统的冷凝水，采用冷凝水回收器将这些冷凝水的热量回收，用于锅炉给水预热（一次预热），冷凝水同余汽放热后产生的液态含碱热水还可以进行换热对预养室供热，最后再用于制浆。

2.2 效益分析

2.2.1 烟气余热回收

工业蒸汽锅炉烟气在锅炉出口处温度为 240°C 左右，经铸铁省煤器后烟气温度也高达 160~180°C。用联通式热管余热回收器和空气预热器，可将烟气温度降至 100~120°C 之间，充分回收烟气余热。200°C 左右烟气的定压比热容 C_p 在 1.09kJ/(kg·K) 左右，以一台每天燃煤量 18t 的锅炉为例，采用热管余热回收器将烟气温度从 240°C 降至 120°C，每天可回收的热量为 892.3 万大卡/天，可将锅炉补水从 20°C 升高至 110°C，或者将助燃空气提高到 100°C，每天节煤量可达 1.09t 标准煤，节煤率 8%，相比于铸铁省煤器，节煤率提高 5% 左右。

2.2.2 余汽余热回收

对于系统中蒸压釜有一定压力无法再利用的余汽，通常情况下通过盘管加热锅炉给水池后排走，仍浪费大量热能并且增加排汽阻力，可用余汽冷凝器进行余汽余热回收进行。

新旧两釜倒汽平衡后,将排汽进行余热回收,预热锅炉补水(二次预热)。如果能将 0.2MPa 余汽降至 80℃的冷凝水,那么每公斤余汽的直接可用热量就是 2393.6kJ,相当于 0.0818kg 的标准煤,如果某企业有 6 条 $\Phi 2 \times 25\text{m}$ 的釜,一天产 20 釜,那么该企业一天就会排走 1256m³ 的 0.2MPa 余汽,如果回收利用,一天该企业就可以回收 4960590 kJ (119 万大卡)的热量,相当于一天节省了 170kg 标准煤,余汽变成 80℃冷凝水还可以用于其它地方,就达到更进一步回收利用的目的。余汽冷凝器的使用,不仅能提高余热回收量,同时还可缩短排汽时间,提高生产效率。

2.2.3 冷凝水回收

由于蒸压釜内压力大于大气压,所以蒸汽会凝结成相同温度下的冷凝水,排出釜外一般有也有 150℃,如果我们能将其降到 80℃,这段能量能够直接利用加热锅炉补水,1 吨冷凝水我们就可以回收 7 万大卡的热量,相当于 10kg 标准煤,而如果一个企业有一台 10t/h 的锅炉,按 1 小时补水 9 吨,那么该企业一天就可以产生 150℃的冷凝水 216 吨,如果将其降至 80℃的这段能量回收,一天直接回收的能量就能达到 168 万大卡,相当于 240kg 标准煤,而此后的 80℃冷凝水还可以用于其它用热单位,如用于供暖可以供 3000m² 面积建筑供暖(按 1 m² 供暖功率 0.1kW 计算)。

2.2.4 综合回收节能效益分析

为了真实详细,以一家新型建材公司为例进行分析:

(1) 基本情况

该公司是一家国企,生产强度为 4.0 和 3.5MPa 的 B07 级外墙用加气混凝土砌块,生产能力 1.2 万立方米/月,煤价 1000 元/吨。主要热能消耗为预养和蒸压养护环节,预养环节耗煤约 0.75 元/立方米,蒸压养护环节约 23 元/立方米。正常生产时能源费用约 15.5 元/立方米。该公司有一台蒸发量为 6t/h 的双筒蒸汽锅炉,每天用煤 11t,蒸汽压力 1.2MPa,250℃的烟气经省煤器后降至 230℃。该公司共六条蒸压釜,运行时每釜产品 37 立方米,出产 1.8 釜/天。蒸压养护时排放的冷凝水进行敞开式回收,170℃的冷凝水闪蒸后成为 95℃常压饱和水,立即损失 50%余热,造成排空余汽的余热多于冷凝水余热的假象。该公司有倒汽工艺,压力 0.25MPa 后排空,有一定的节能效果,但压力太小导致倒汽时间过长反而影响生产效率,倒汽后再将余汽打入自制盘管对锅炉给水进行预热,秋季温度大约 40℃。

生产时间方面,每釜升压时间需 60 分钟,保压 360 分钟,排气 60 分钟。

(2) 有针对性的节能方案及改造

针对该公司余热基本情况,烟台创元热能科技有限公司对其锅炉烟气余热和余汽、冷凝水余热进行了综合回收利用。

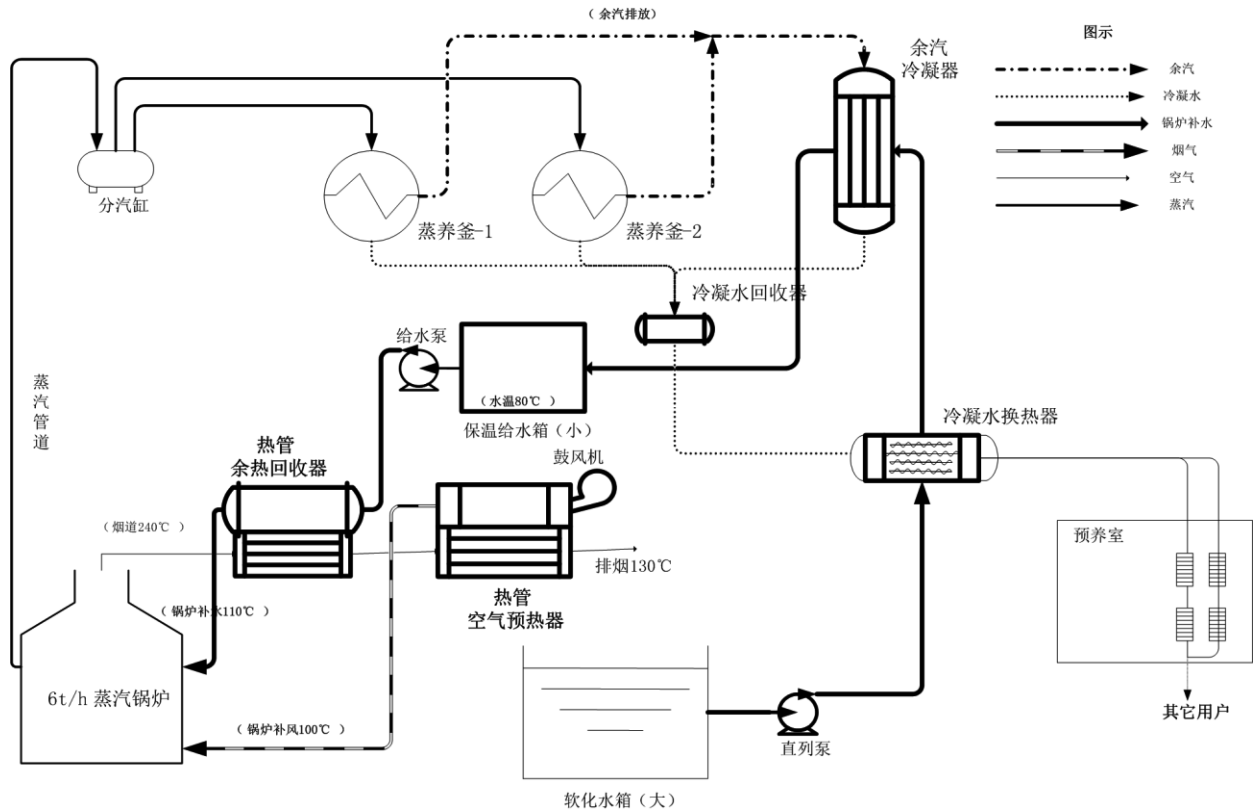


图 5 加气混凝土行业余热综合利用工艺图

锅炉烟气余热回收：将省煤器拆除后在锅炉烟道后依次加装一台设计功率为 389kW 的**余热回收器**和一台设计功率为 150kW **空气预热器**，将烟气温度从 250℃降到 130℃，每天可以回收热量 816.9 万大卡热量，将回收的热量将锅炉补水和空气分别预热到 115℃和 100℃。

蒸汽与冷凝水余热利用：安装一台余汽冷凝器和一套冷凝水回收系统，每天可以回收 506 万大卡热量，回收的热量用于预热 20℃的锅炉补水到 65℃。

(3) 节能和增效

每天节省 2.28t 煤（1.89 t 标煤），按 700 元/t 计算，一天就直接节省煤 1596 元，综合节能效益达 19%，每立方米产品节约 4 元。

安装余热回收系统后由于供汽压力较高而且稳定蒸压釜充气加压速度提高，每次升压时间可减少 10 分钟；安装了余汽回收系统后由于阻力大大减小，可减少 5 分钟排空时间，整个生产过程可减少 15 分钟，即每出 24 釜的产品就可多出 1 釜—每天多出 0.45 釜，多生产 16.65 立方米。每立方米产品按 135 元计算，每天可多生产 2247.75 元的产品。

“余热综合利用系统”制作和安装期 20 天，只需停炉 36 小时，节能投资回收期 150 天。

3、结论

采用烟台创元热能科技有限公司提供的加气混凝土行业节能改造方案，用联通式热管余热回收器和空气预热器回收烟气余热用于锅炉补水二次预热和助燃空气预热；采用余汽冷凝器和冷凝水回收器回收蒸压釜的余汽和冷凝水余热，用于锅炉补水预热、预养室预热、制浆等，不仅提高综合节能效益，同时还可以提高生产效率。

创元公司调研全国百余家加气混凝土生产企业，并为数十家企业提供了余热系统节能的解决方案和项目改造。系统化的节能改造综合节能效益达 20%-30%，每年节约数十万燃煤费用，而且通过高温热水和热风提高了升压速率、通过余汽冷凝缩短排气时间在不降低产品品质的前提下也提高了 10%左右的生产效率。

节能改造间接取得了环保效益，创元公司拥有全套资料也可以协助企业进行相关资助和鼓励项目的申报工作。

“余热综合利用系统”综合节能效益高，一般 3-6 个月内即可回收投资。通过对余热的“综合回收-统筹安排”可以取得显著的节能、增效、减排和环保效益，具有较高的推广应用价值。

节约的能源最绿色

排烟温度直接反映燃烧热效率和“节能潜力”，安全降低排烟温度、深度回收烟气余热是最有效的节能途径。联通式热管以其高安全性和深度余热利用的特性，被认为是最合适的烟气余热回收技术。

创元能效设计室依托烟台创元热能科技有限公司和山东融世华租赁有限公司的技术后盾和资金实力，以能效设计为宗旨，以提高能源效率为目的，研发新技术、开发新的节能潜力。为钢铁、玻璃、化工、农产品深加工等行业用户提供余热节能系统解决方案。

节约的能源最绿色。本室致力于为企业用户提供合适的系统解决方案--设计、制作、安装、维护及节能咨询以及节能融资租赁服务，提高企业能源效率，创造更多节能效益。同时也将节能锅炉、发电系统、制冷机等节能设备整合于系统解决方案中，为供应商提供节能产品推广平台。



创元热能科技有限公司 能效设计室

地址：山东省烟台市三水大厦6号楼19层（火车站对面）

能效设计室主任：陈义萍（18653573489）

网址：www.cyrn.cn