

guo wai JIENENG SHEBEI

国外 节能设备



天津科学技术出版社

责任编辑：乐琳

国外节能设备

史培甫 主编

★

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷二厂印刷

新华书店天津发行所发行

★

开本 850×1168毫米 1/32 印张 11 插页 1 字数 275,000

一九八六年八月第一版

一九八六年八月第一次印刷

印数：1—8,000

书号：15212·155 定价：3.20元

内 容 简 介

本书选编了国外各类节能设备一百三十余种。对每种设备从构造原理、性能、特点、节能效果和规格型号等方面进行简明通俗的叙述，并辅以必要的图表。所选节能设备，构造简单、适用、效果突出，操作运行方便，经久耐用、投资回收期短。本书可供各专业节能技术人员在设计制造、革新改造、操作运行及引进国外先进设备或先进技术时参考。

序 言

能源是国家建设和人民生活的重要物质基础，是我国国民经济在本世纪末翻两番的关键环节。根据我国能源问题应以开发和节约并重，近期以节约为主的方针，各行业应尽快采用高效节能设备，这是节能的重要途径之一。世界工业发达国家特别是日本对高效节能设备进行了广泛的研究，注意从设备的设计和制造开始抓节能工作，因而，能源利用率较高，获得了良好的经济效益。

我国能源利用率低，燃料、动力消耗高，经济效益差，其中设备陈旧和热效率低是一个重要原因。所以，应该抓紧设备更新和引进工作。目前国内运行的多数旧设备，一下子全部更新换代是有困难的，可从革新改造老设备和引进国外先进设备或先进技术两个方面来加以解决。无论是何种方法，出发点应该是生产率高、节能效果显著、产品质量好、经济效益大、并能满足环保的要求。这些方面必须统筹兼顾，不可偏废。

本书就是根据上述宗旨，以日本、美国和英国等国家研制的先进节能设备为素材，结合我国实际情况而编写的。在选材方面特别注意了以下几点：

1. 注意选用适合我国情况的高效节能设备。对那些生产率高、产品质量好、节能效果显著的先进设备，尽可能收入本书。
2. 国内比较少见，书刊报道又不多，有关部门和工作人员不大注意的高效节能设备，也尽量选用。
3. 原文中的有关论述，对我国节能工作有较大参考价值，也注意收入。

关于本书的编写，有以下几点，也需要说明，

1. 全书共分十章,把同类节能设备归于一章之内。章下设节,每一节叙述一种或几种型号的设备。这样做便于不同行业 and 不同专业的读者阅读。

2. 对每种节能设备的构造原理、性能特点、节能效果、主要用途和规格型号等,尽力讲解清楚。

3. 文字力求精简。对一些较深的理论问题,不作详细论证,而着重于应用技术的介绍,并注意用图表说明问题。

4. 本书所用计量单位以国际制单位为主,个别情况下也使用了不同国家的惯用单位,为保持原设备的规格系列,未作换算。

5. 对同一种类的设备,有时介绍了不同制造厂家的几种型号,这样做主要考虑到每种型号都有各自的特点,利于读者分析比较和选用。

6. 由于国外各制造厂家的严格保密和专利制度等原因,对有些设备的详细构造,未能深入介绍,如要进一步了解,可查阅有关专利资料。

本书的编写得到霍光云同志的指导,并审阅了初稿。参加编译工作的有许功铎、卓文渝、史秉廉、戴龙骧、汤蕙芬等同志。许功铎、卓文渝同志还对初稿作了部分修改;谷静、商亚彬同志热情协助,做了不少工作。中国能源研究会,天津贸易促进会等单位,对本书出版给予大力支持,在此一并表示衷心感谢!

由于编者水平有限,疏漏、错误之处难免,恳请读者多提宝贵意见。

编 者

1984年8月于天津

目 录

第一章 节能型工业炉和附属设备

1-1	燃城市煤气的节能型工业炉	(1)
1-2	斯佩利阿式辉光热处理设备	(2)
1-3	节能金属网带	(5)
1-4	利用气体转换的生成热来加热的可控气氛炉	(7)
1-5	节能型热处理用感应加热装置	(10)
1-6	节能型热回收式连续退火炉	(12)
1-7	热处理型材的热清洗烧净炉	(14)
1-8	节能型连续淬火回火装置	(18)
1-9	数控高频淬火装置	(21)
1-10	连续热处理炉	(26)
1-11	吸热型气体发生炉	(30)
1-12	节能型隋性气体发生装置	(32)
1-13	钢板连续加热炉的节能措施	(34)
1-14	节能型旋流热处理炉	(36)
1-15	SEC型节能快速熔化炉	(38)
1-16	节能省力的铝快速熔化炉——三建熔炼塔形炉	(42)
1-17	SEL型节能铸包	(44)

第二章 节能型燃烧器及燃料处理设备

2-1	超声波燃烧器	(47)
2-2	单端型热辐射管式燃烧器	(49)
2-3	JSR型三要素式低NO _x 燃烧器	(53)

2-4	低氧燃烧的风门、挡板和旋流强度.....	(56)
2-5	Hot-PLB型高温空气雾化比例调节式 重油燃烧器.....	(58)
2-6	M-SRG节能型燃烧器	(61)
2-7	金属高速燃烧器.....	(65)
2-8	EJC系列高动量燃烧器.....	(68)
2-9	HR系列比例调节式热风混合燃烧器	(70)
2-10	重油乳化液燃烧装置——清洁燃烧器.....	(73)
2-11	KMC型多层乳化装置	(76)
2-12	乳化液燃料制备装置——东丽超级混合器.....	(79)
2-13	乳化油燃料制备装置.....	(81)
2-14	燃料磁化处理器.....	(83)

第三章 保温、隔热耐火材料

3-1	耐火纤维板组合炉衬.....	(89)
3-2	耐火纤维——硅酸铝纤维FIBERFRAX® 多晶 莫来石纤维——超级纤维FIBERMAX®	(94)
3-3	节能型普通硅酸铝纤维炉衬.....	(97)
3-4	节能型锅炉用普通硅酸铝纤维通用毡块.....	(99)
3-5	节能型耐火纤维隔热材料—— 揖斐棉·耐火纤维预制块.....	(101)
3-6	节能型耐火纤维复合材料—— 揖斐棉·高级蜂窝体材料.....	(103)
3-7	注塑发热体及其应用.....	(107)
3-8	超级硅酸钙保温材料——新型超轻量硅材.....	(110)
3-9	外包金属网的石棉混合纤维保温材料.....	(114)
3-10	硅酸铝耐火纤维在节能型电阻炉上的应用.....	(117)
3-11	炉窑用耐火纤维两段式独立固定筑炉法.....	(119)
3-12	聚丙烯球.....	(122)

第四章 热交换器及余热回收装置

- 4-1 用于余热回收的塑料热交换器“回热器”(126)
- 4-2 多段闪蒸式热回收装置(128)
- 4-3 余热回收单元“余热舱”(130)
- 4-4 平板式热交换器“COMPAC+GG”(132)
- 4-5 热管装置(135)
- 4-6 高炉热风炉用热媒式余热回收装置(138)
- 4-7 废气余热回收设备(141)
- 4-8 翅片管式热交换器(144)
- 4-9 DEKA耐腐蚀空气预热器(147)
- 4-10 NES同流换热器(150)
- 4-11 辐射同流换热器(152)
- 4-12 叠加式石墨热交换器(154)
- 4-13 全热交换器“节能换风机”(156)

第五章 蒸气蓄热器和蒸气加热设备

- 5-1 真空相变热回收装置(158)
- 5-2 桑弗雷姆蒸汽蓄热器(160)
- 5-3 蒸汽蓄热器(165)
- 5-4 余热蒸汽过热器(173)
- 5-5 乘竹静止式混合器(174)
- 5-6 蒸汽混合器(178)
- 5-7 蒸汽消音器(181)
- 5-8 涡漩式蒸汽消音器(183)
- 5-9 TDR型串联式蒸汽加热器(186)

第六章 高温水及乏汽回收设备

- 6-1 冷凝水回收装置(190)

6-2	自压式冷凝水回收装置.....	(192)
6-3	冷凝水回收泵.....	(194)
6-4	ND型节能器——高温水、高温冷凝水闭合回收 装置.....	(198)
6-5	星形蒸汽喷射热力压缩机.....	(200)
6-6	用于节约蒸汽的新热电系统技术装备.....	(203)
6-7	温度传感自动开关阀.....	(205)
6-8	液面取水装置——浮筒吸取法.....	(208)
6-9	钟形蒸汽凝汽阀ES、ESH系列(小容量型)	(211)
6-10	钟形蒸汽凝汽阀ER系列(大、中容量型)	(216)

第七章 干燥蒸馏和成型设备

7-1	高温高湿干燥装置.....	(221)
7-2	热风干燥装置.....	(223)
7-3	惰性空气干燥装置.....	(226)
7-4	远红外线加热装置.....	(228)
7-5	真空蒸馏式洗涤溶剂再生装置.....	(230)
7-6	喷射成型机的节能设计.....	(232)
7-7	熔融聚合物的均温装置.....	(235)
7-8	三菱MF系列节能喷射成型机	(238)
7-9	铸造用砂冷却装置.....	(241)

第八章 采暖和太阳能的利用装置

8-1	空调用小型热泵.....	(244)
8-2	PS-HR型热水采暖散热器	(247)
8-3	热水地板供暖用管.....	(251)
8-4	菱工式热水地板供暖预制块.....	(254)
8-5	真空相变水暖热水供应装置.....	(257)
8-6	热水采暖用自动控制器.....	(262)

8-7	富士真空玻璃管式太阳能集热器.....	(265)
8-8	真空玻璃管集热器.....	(267)
8-9	太阳能热水器——“太阳热”.....	(270)
8-10	节能玻璃板——双层玻璃、吸热玻璃和热反射 玻璃.....	(271)
8-11	热反射玻璃用隔热遮光薄膜.....	(274)

第九章 节电设备

9-1	感应电动机用电压负载比例控制器.....	(278)
9-2	SamRex变频电源装置——交流电动机控制用变 频器.....	(280)
9-3	可变速离合器——MC-Y型液压柔性联轴器.....	(286)
9-4	可控硅变频电动机——东洋BL电动机.....	(288)
9-5	东芝灯泡形荧光灯——“氖球”.....	(292)
9-6	节能型瓦特照明灯和女郎勒克司E荧光灯.....	(296)

第十章 节能检测仪表

10-1	兰德CO检测仪.....	(302)
10-2	兰德连续式酸露点计.....	(304)
10-3	氧化锆式氧量计.....	(306)
10-4	SG型氧化锆电池式氧量计.....	(308)
10-5	TAI990型手提式烟道气体分析装置.....	(310)
10-6	助燃空气温度补偿装置与空气鼓风机压力 控制.....	(312)
10-7	兰德热管理用测定仪器.....	(314)
10-8	超声波液体流量计.....	(318)
10-9	超声波气体流量计.....	(322)
10-10	热流计.....	(325)
10-11	燃料效率检测器.....	(328)

第一章 节能型工业炉和附属设备

1-1 燃城市煤气的节能型工业炉

一、概述

日本大阪瓦斯公司有效地利用了城市煤气的良好燃烧特性和控制特性，其特点是：

1. 低 NO_x 燃烧技术。
2. 燃烧管理技术。
3. 各种传热形态的特别加热技术。
4. 余热回收技术。
5. 微型计算机控制加热炉技术。
6. 防止蓄热、散热技术。

本文着重介绍节能型工业炉和节能型低 NO_x 燃烧技术。

二、节能型钢管退火炉

以冷拔钢管进行退火处理的连续式钢管退火炉为例。原来使用重油，在进行更新改造时，采用了以下的节能措施：

1. 利用排烟余热，对被加热件进行强制预热。使用耐热风机抽气，抽出的烟气经风机增压后，以喷流形式直接冲击被加热件进行预热。

2. 采用耐火纤维，使炉衬材料轻型化，增强保温绝热能力，减少蓄热、散热损失。

3. 适当配置各种燃烧器（低 NO_x 直焰燃烧器、中速直焰燃烧器、平焰燃烧器），提高加热效率，减少 NO_x 的排放量。

4. 利用微型计算机，充实加热炉节能操作所必需的辅助机能：如选择最佳输送速度；显示热工管理数据并打印制表等。

以上措施可减少燃料单耗44%，并降低了 NO_x 的排放量。

三、预热空气用的低 NO_x 燃烧器（PAX燃烧器）

从加热炉的排烟中回收余热来预热燃烧用的空气，可提高加热炉的热效率。但 NO_x 排放浓度一般也要增加，如预热空气温度为 400°C 时，增加2~2.5倍。

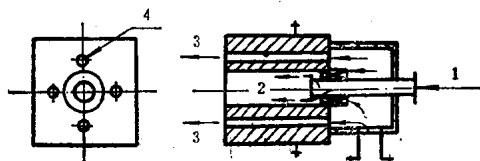


图1-1 PAX燃烧器结构

1.城市煤气进口 2.一次空气出口 3.二次空气出口 4.二次空气孔

PAX燃烧器（即圣像牌燃烧器）既可用于预热空气，又可使 NO_x 的排放浓度维持在通常的水平。该燃烧器的结构和燃烧特性见图1-1和1-2。它采用两级燃烧法，在一次空气燃烧后的烟气，供给二次空气，再进行燃烧，因而可达到预期的燃烧效果。按额定燃烧量，可分为两种机型：20万千卡/时和40万千卡/时。

当炉温达 1300°C 时PAX燃烧器仍能正常使用，因而可用于锻造加热炉、热处理炉等。

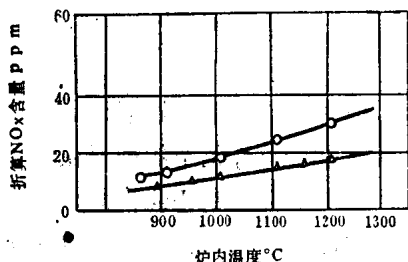


图1-2 PAX燃烧器特性

燃烧器型号PAX-40N 输入热量
 40×10^4 千卡/小时 废气含 O_2 量1.5%
 ○预热空气 $320 \sim 350^\circ\text{C}$
 △常温空气 30°C

1-2 斯佩利阿式辉光热处理设备

一、以 N_2 为基础的热处理

以 N_2 为基础的热处理在日本东洋工程技术公司已经进入实用。

阶段。其主要目的是防止石油资源的枯竭，将气体燃烧的消费量控制在最低限度之内。在以 N_2 为基础的热处理中，也有许多种方法。例如渗碳时，依据在技术上所必需的 $CO-CO_2$ 系气体能否迅速地在炉内生成，便可判断其实用情况。当反应迟缓时，在可控气氛中将混有中间生成物，从而无法控制正确的碳元素浓度。

该公司研试了一种新工艺，即将 N_2 气体作为载流体使之流动，令其中 $CO-CO_2$ 系气体的体积占可控气氛气体的10~15%，滴下酒精进行渗碳。这样，反应迅速，可以控制正确的碳元素浓度。

同样，气体软氮化也是以 N_2 为基础的热处理，很有效。为了获得较好的经济效益，应尽量减少昂贵的氨气使用量。为此，可用 N_2 气稀释可控气氛气体，以降低 H_2 气的分压力。

二、热处理的计算机控制

程序控制器作为测控仪表，已很普及。将温度控制和可控气氛的控制组合起来，更为有利。原来的程序控制器是由各种调整器和时间继电器组合而成的，随着集成电路技术的飞速发展，利用微型计算机新的控制系统，能达到更高的要求。如充填式渗碳，即使气体的成分随时发生变化，而用微型计算机进行调节，能够正确地控制碳元素的浓度。

三、斯佩利阿的特点

1. 高品质 由于采用了炉气敏感元件和真空清洗方式，故能得到和真空炉一样的工件表面。

斯佩利阿应用炉气敏感元件，可完全控制可控气氛及氧化、脱碳、渗碳等问题。此外，和真空炉不同的是：本装置在真空清洗后才充氮气，在大气压力下运行操作，同时，由于炉内进行搅拌，温度偏差变小，其结果不仅能使热处理周期缩短，还能使变形量控制在最小范围之内。

2. 经济性好 斯佩利阿的设备费用和运行费用低廉，约为真空炉的 $1/2 \sim 2/3$ ，特别在间歇式运行时，电费可节约 $1/2$ 。

表 1-1 辉光热处理法比较

项 目	斯 佩 利 阿 式	真 空 热 处 理	发 生 炉 方 式 (DX 气体)	盐 浴 炉 热 处 理
性	氧化脱碳	无	无	有
	变 形	小	小	小
质	脱 元 素	无	偶然发生	无
	辉 光 性	良	良	好
作 业	作 业 环 境	良	好	产生盐的毒性气体
性 能	间 歇 运 行	适 合	不 太 好	适 合
热 处 理 稳 定 性	非常稳定, 不依赖操作者的因素	非常稳定	不稳定因素多	不稳定
可 控 气 氛 的 测 定 管 理	根据炉气的敏感元件, 可自动控制 (按给定的氧气分压)	不能测定可控制气氛, 仅可作真空度控制管理	困 难	人工进行盐分析
气 体 消 耗 量	在一个周期内, 需炉内容积的约 1.7 倍 (为效率最高变换炉方式的 1/10)	炉内容积的 1 倍	进行气体流动置换, 每小时消耗炉内容积的 5 倍	
冷 却 水 消 耗 量	少	多	少	少
爆 炸 危 险	完全 没有	完全 没有	多 少 有 点	
公 害	无	无	少	盐的蒸汽和氧化物的排放量造成公害
后 加 工 工 序	少	少	少	多
附 属 设 备	氮 气 泵	各种气源	发 生 炉	盐的清洗、磨削工序
设 备 费 用	普 通	非 常 贵	贵	如不包括附属设备, 价格低廉

3. 高性能 无论是连续式大批量生产, 还是间歇式小批量生产, 都能适用。

经斯佩利阿式热处理的材料抗断裂强度(耐热冲击性能)较高, 故能够快速升温, 快速冷却, 而且由于进行真空清洗, 在短时间内可控气氛气体就能稳定。再者, 真空清洗后, 由于采用了充填氮气法, 可确保高度的安全性, 实现了无人操纵运行。

4. 节省能源 斯佩利阿由于采用真空清洗方式, 煤气节省量为发生炉产气量的 $1/10$ 。由于使用耐火纤维作为绝热保温材料, 可将炉壁的蓄热量降至 $1/5$ 以下, 属于节能型炉。

兹将其辉光热处理的各种方法和有关性能进行比较, 列于表 1-1。

1-3 节能金属网带

一、概述

金属网带用于食品工业炉的烘烤、干燥等, 是节能型工业炉的一种附属设备。日本关西金属网公司, 在网带的设计思想和研制方面作了许多工作, 值得我们借鉴。

二、问题的提出

减轻金属网带的重量能够节能, 亦可降低成本, 但处理不当, 往往会导致网带耐久力的下降。因而, 如何选择这种均衡, 是一个值得研究的课题。也就是说, 虽有节能效果, 却增加了网带的更换次数, 反而费工, 这就意味着并不节能。解决问题的方法是既要减轻网带的自重, 又能保持较长的使用寿命。其办法是把网带材质的等级提高, 同时要改进和加强制网工艺的研究。后者往往非常重要, 因为网带的编织方法对使用寿命有影响。

三、设计的指导思想

一般有两种想法, 即为了节能, 必须减轻网带的重量, 同时, 为保持其网带的较长使用寿命, 材质等级应提高。但也有另外一

种想法，就是说网带的使用寿命即使缩短一点，如能在某些方面补偿其寿命损失，而且还有余，也是很好的。从用户的观点出发，只要提高经济效益就可以了。因此，网带的重量就向轻型化的方向发展。该公司把网带的重量减轻30%，得到了较大的经济效果，认为是比较适宜的。因为传到网带的热量同传到炉内固定螺栓的热量一样，对炉子而言都是一种损失，所以减轻网带自重，当然可以减少热损失，节约能源。

四、材质

网带的耐温极限目前为1200℃左右，保证1150℃。当温度再升高时，目前尚未找到既能耐高温又有较好经济效益的金属。使用温度再提高，加工性能也不良，因而近十年来一直维持在1150℃未变。

对网带的材料有两点要求，即良好的柔软性和延伸率。碳素纤维虽耐高温，但不能单独用来制造网带，把它涂覆在现有的网带上，可以有效地利用金属的柔软性和碳素纤维的耐火性这些特点，值得今后大力加强研究。

五、发展趋向

最近对于金属网带的需求量不断增加，例如制造砖瓦也开始使用网带。另外，对网带本身的宽度、长度也要求增大。在1100℃以上的温度称为超高温，在此使用温度下所用网带的大型化问题受到了限制。所以，对于探索大型化问题，要由用户、材料制造厂和网带生产厂三方共同合作研究，才会得出正确的结论。

六、规格型号

各种金属网带的规格型号及其使用条件，见图1-3，1-4，1-5。



图1-3 F₂型多用于800℃以上的特重载荷

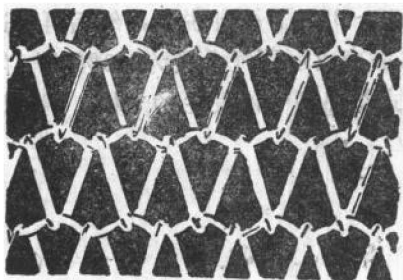


图1-4 K₂型多用于1000℃
以下的中~轻载荷

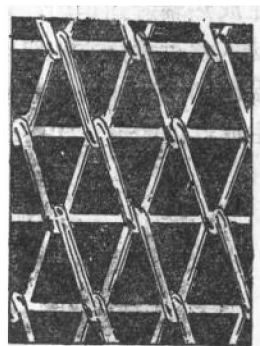


图1-5 RR型多用于高温1000℃
以上的中~轻载荷

1-4 利用气体转换的生成热来 加热的可控气氛炉

一、概述

日本关东冶金工业公司研制出一种利用气体转换生成热来加热的可控气氛炉。它是针对放热型可控气氛发生炉在转换过程中产生的热量全部被冷却水所吸收造成浪费而进行研制的。为了有效地利用这部分热量，研制了使放热型气体的转换过程发生在金属管内的转换燃烧器。将此转换燃烧器设置在用耐火纤维制成的节能型连续加热炉升温区的炉体内壁，便可有效地利用转换过程中释放出来的热量，使热处理工件升温。

二、特点和效果

放热型气体发生炉炉体外壳用水冷却，生成的气体用热交换器冷却，转换时产生的热量全部被冷却废弃。而利用气体转换的生成热来加热的可控气氛炉与此不同，如图1-6所示。该图为一台冷锻件的辉光退火炉，在加热炉的升温区安装了具有排烟、燃烧器和空气进行热交换机能的转换燃烧器，使燃烧转换过程中的