

www.chinaliji.com.cn

中国原创

WCB水冷预混冷凝蒸汽锅炉

浙江力聚热能装备股份有限公司

2022.06.01

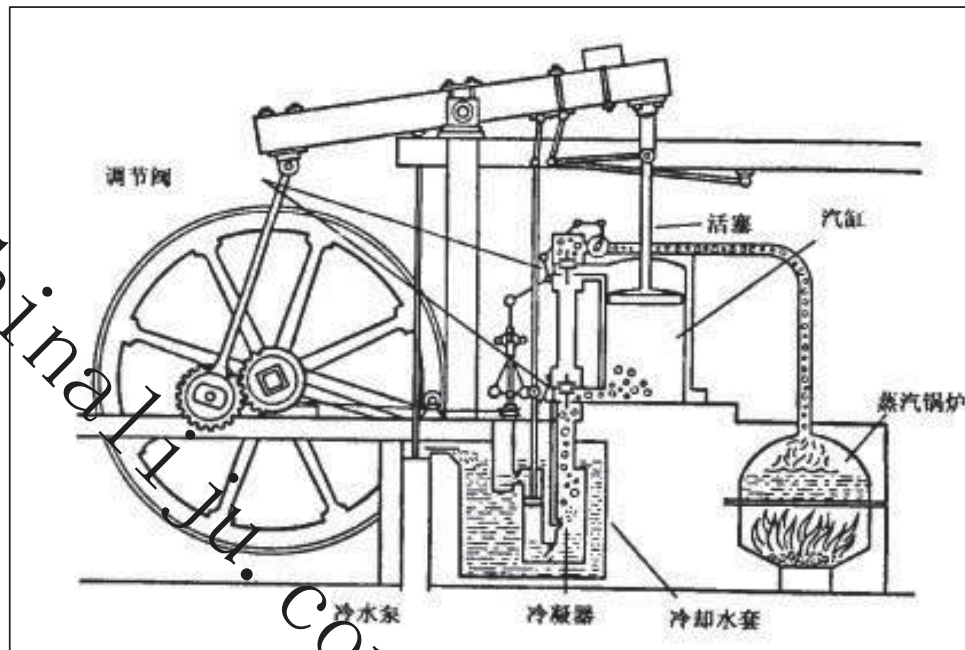
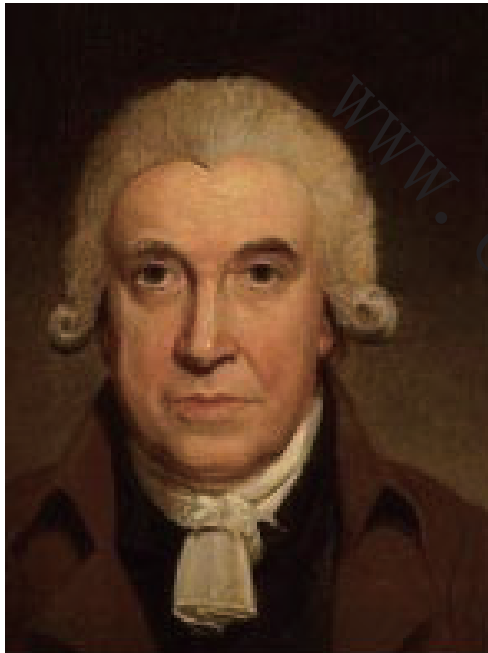


锅炉行业是一个古老的制造业。

它不是朝阳产业，也不是夕阳产业。

www.chinalijie.com.cn

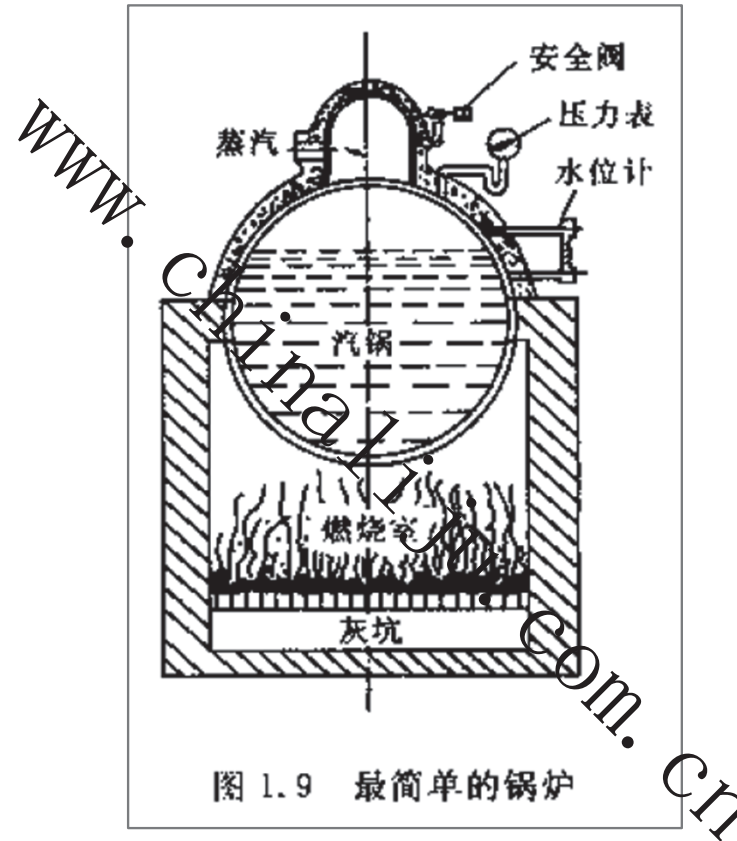
蒸汽机的发明



但直到工业革命之前,所谓的锅炉几乎没有发展。工业革命在英国迅速发展后,由于矿井抽水的需要,对动力的需要增大,瓦特(Watt)在纽卡门(Newcomen)的发明基础上,完善了蒸汽机^[9]。

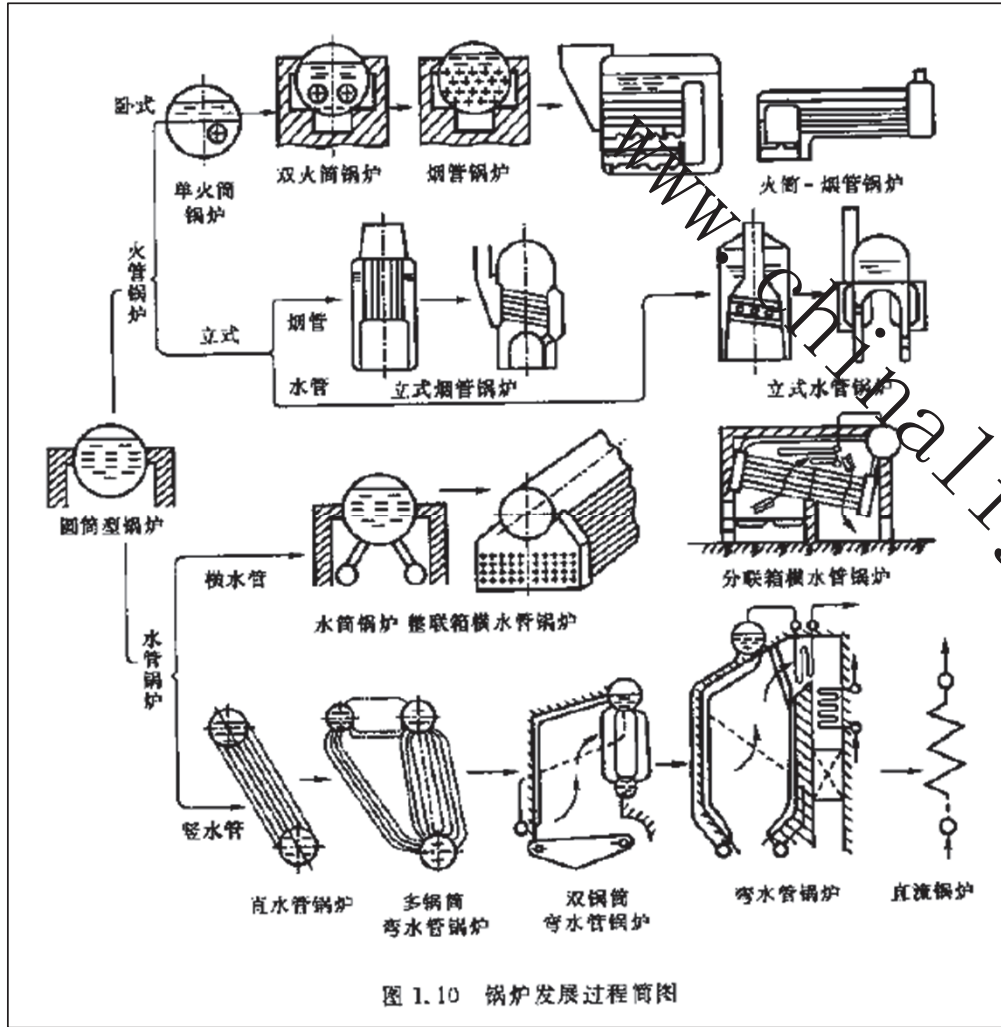
从此锅炉开始真正为人类所用!

最简单的蒸汽锅炉



迄今已有200多年的历史……

锅炉发展过程



为了增加蒸发量、提高蒸汽参数、减少燃料耗量、节省钢材和改进工艺过程。

按锅炉本体结构可分为火管锅炉和水管锅炉两种。

- 火管锅炉
 - 立式锅炉
 - 立式横水管火管锅炉
 - 立式横火管锅炉
 - 立式双回程火管锅炉
 - 立式弯水管火管锅炉
 - 卧式锅炉
 - 卧式单炉胆(双炉胆)锅炉
 - 卧式内燃三回程锅炉
 - 卧式内燃四回程锅炉
 - 卧式外燃回火管锅炉

- 水管锅炉
 - 横水管锅炉
 - 立式横直水管锅炉
 - 分联箱直水管锅炉
 - 竖水管锅炉
 - 双锅筒纵置式D形弯水管锅炉
 - 双锅筒横置式锅炉
 - 三锅筒弯水管锅炉
 - 单锅筒人字形水管锅炉

单火筒锅炉

火管锅炉按照其布置方式可分为卧式和立式两种。前者的锅壳纵向中心线平行于地面，后者的锅壳纵向中心线则垂直于地面。卧式火管锅炉又可分为单火筒（炉胆）锅炉（也称康尼许锅炉）、双火筒（炉胆）锅炉（亦称兰开夏锅炉）、烟管锅炉（外燃锅炉）和烟火管锅炉（内燃锅炉）。立式火管锅炉可分为立式横烟管锅炉和立式竖烟管锅炉两种。过去曾广泛使用的考克兰锅炉就属于前者。由于这种纯火管立式锅炉结构复杂、受热面布置受限

英国Cornish
康尼许
1812年

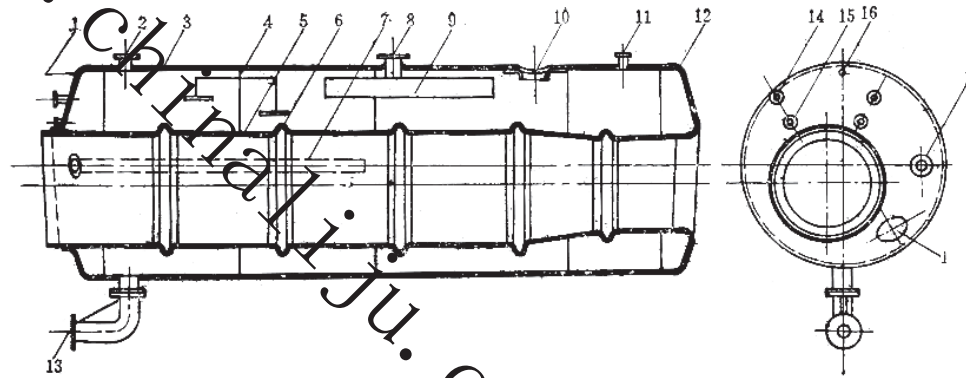


图 2-6 卧式单火筒锅炉

- 1—凸形前封头 2—安全阀接口 3—锅壳 4—高低水位报警器 5—炉胆 6—Ω形伸缩环 7—进水管 8—主汽阀接口 9—汽水分离器 10—人孔 11—副汽阀接口 12—凸形后封头 13—排污阀接口 14—水位表通汽口 15—水位表通水口 16—压力表接口 17—进水管接口 18—手孔

双火筒锅炉

英国
Lancashire
兰开夏

1844年

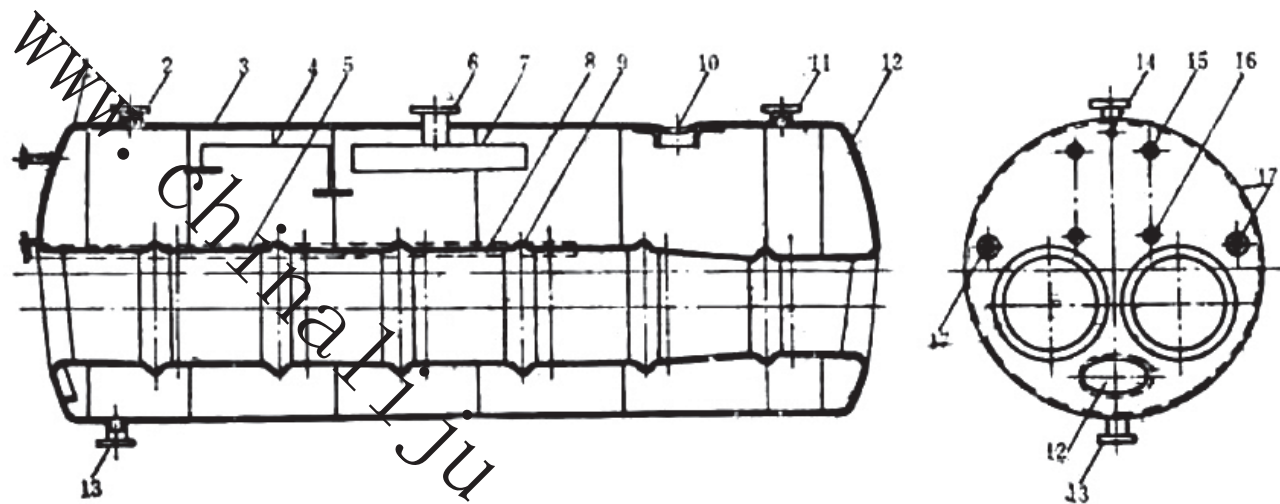


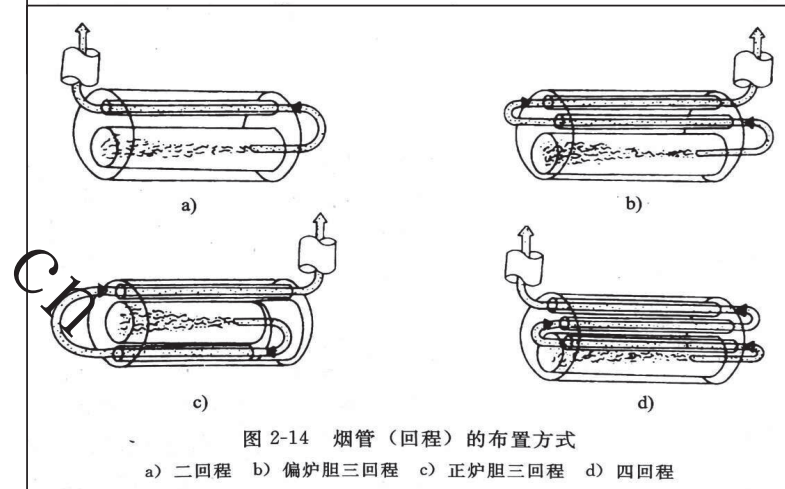
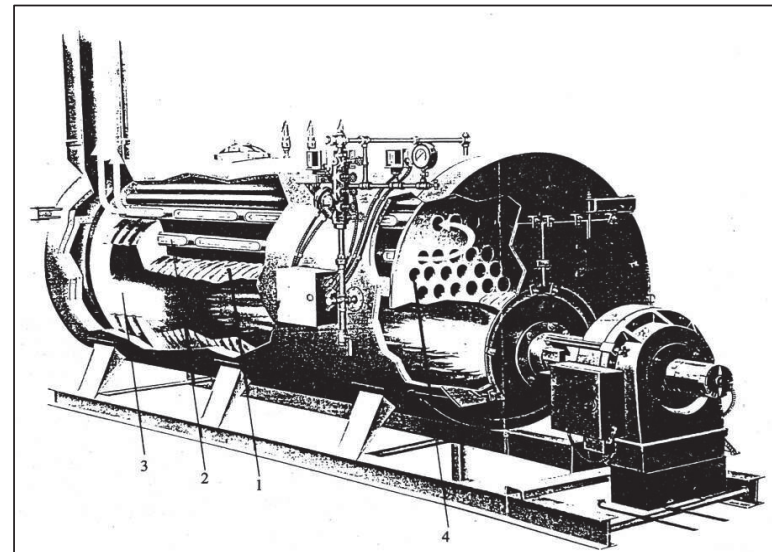
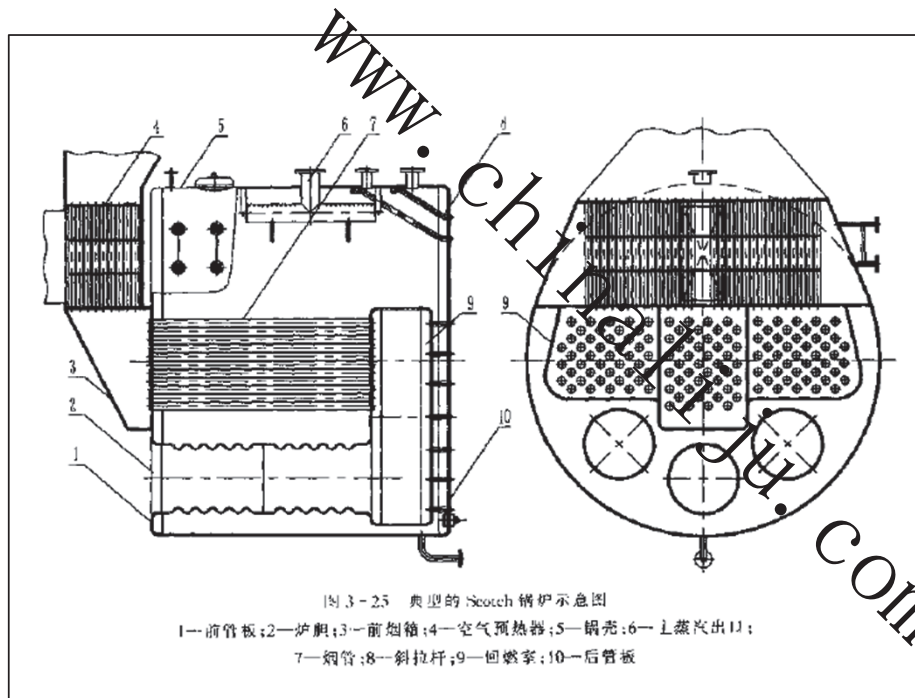
图 2-7 兰式双火筒锅炉

- 1—凸形前封头 2—安全阀接口 3—锅壳 4—高低水位报警器进水口 5—进水管 6—主汽阀接口 7—汽水分离器 8—护胆 9—Ω形伸张环 10—人孔 11—副汽阀接口 12—凸形后封头 13—排污阀接口 14—压力表接口 15—水位表通汽口 16—水位表通水口 17—进水管接口



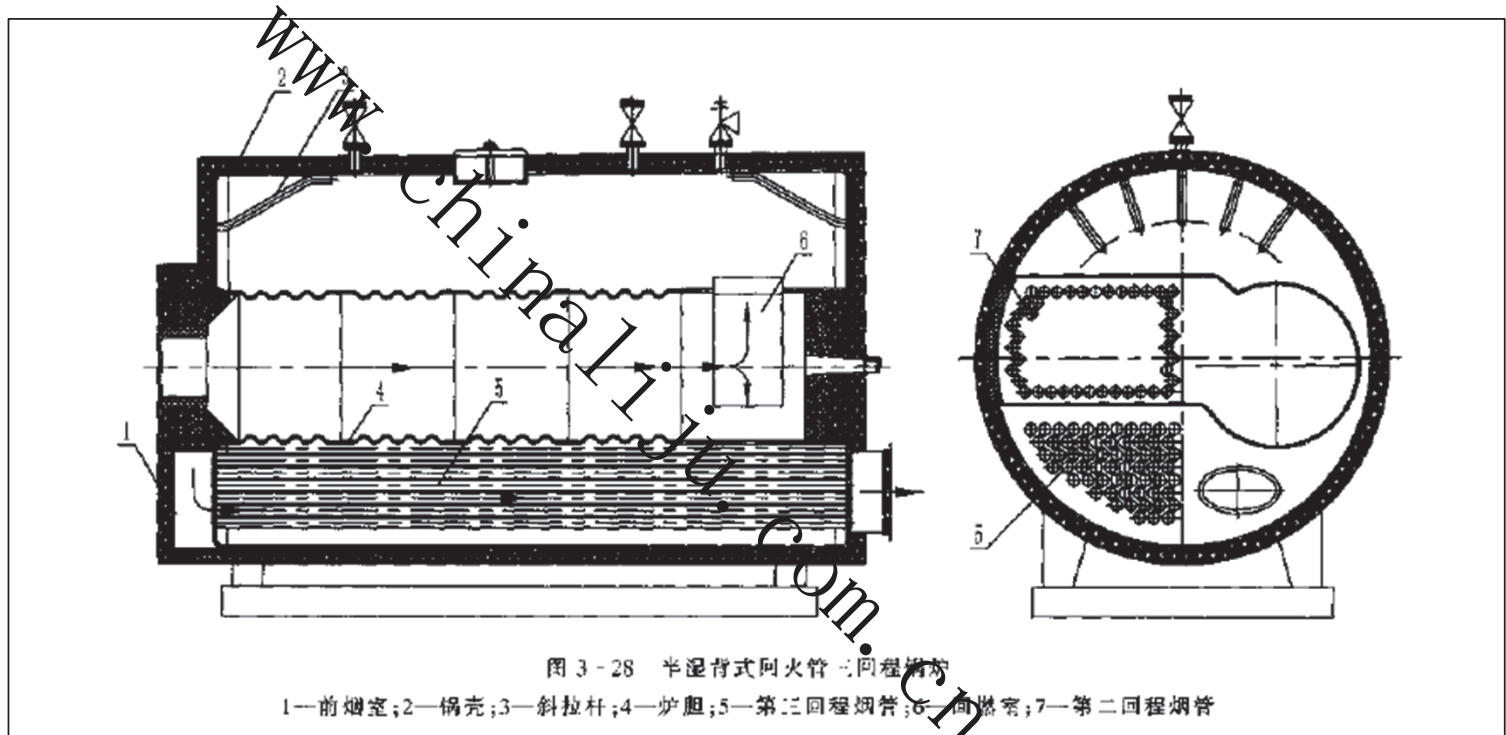
卧式锅壳 (火管) 锅炉

英国
Scotch
苏格兰
1860年



卧式内燃湿背式火管三回程锅炉

德国
LOOS
劳斯
1865年



整联箱横水管锅炉

美国
B&W
拔柏葛
1867年

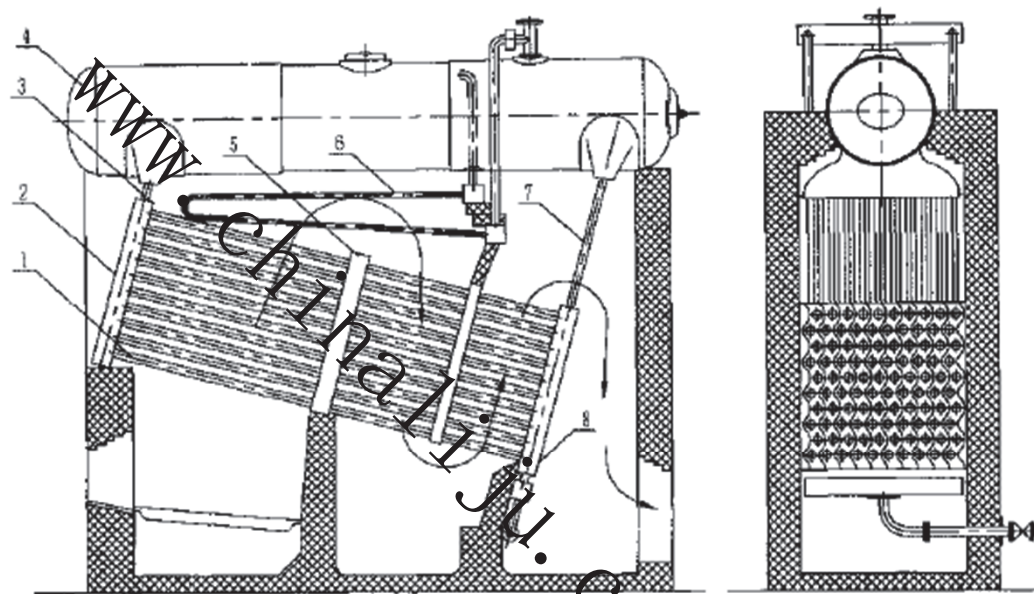


图 3-65 早期的 Babcock 组合联箱式水管锅炉

1—直水管; 2—前联箱; 3—回汽管; 4—汽包; 5—折流板; 6—炉膛; 7—供水管; 8—后联箱

早期出现的水管锅炉是整联箱横水管锅炉。由于整联箱尺寸太大，强度难以保证，于是后来改为波形分联箱结构，联箱富有弹性，受力情况大为改善。为了便于拆换水管和清除水垢，波形分联箱上开有许多手孔，因此制造工艺复杂，金属耗量较大。再则，水管横置，水循环不很可靠，易出故障。所以，这种横水管锅炉已不再生产，仅剩为数不多的此型锅炉尚在运行，它们俗称“拔柏葛”锅炉。

FM型水管锅炉—“D”型

Babcock&Wilcox公司的FM型D型锅炉按容量大小主要分有三类,即低容量FM型D型锅炉,中等容量FM型D型锅炉和大容量FM型D型锅炉,图3-110所示出了这三类锅炉的结构简图。表3-3示出了三类锅炉的主要参数。

美国
B&W
拔柏葛
1867年

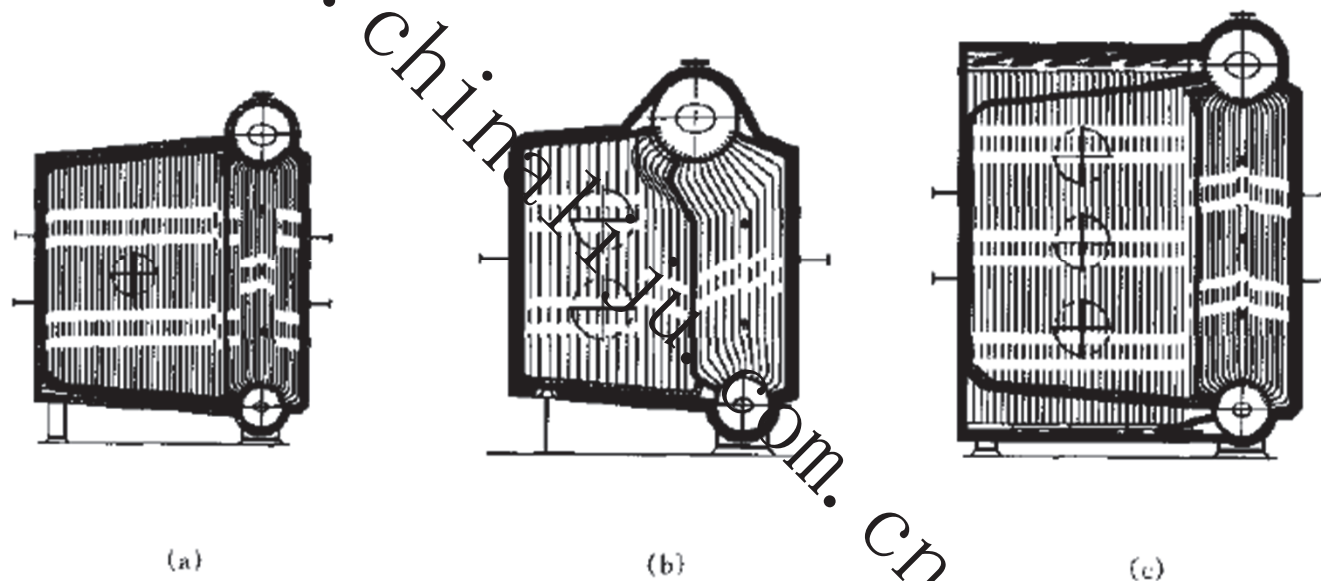
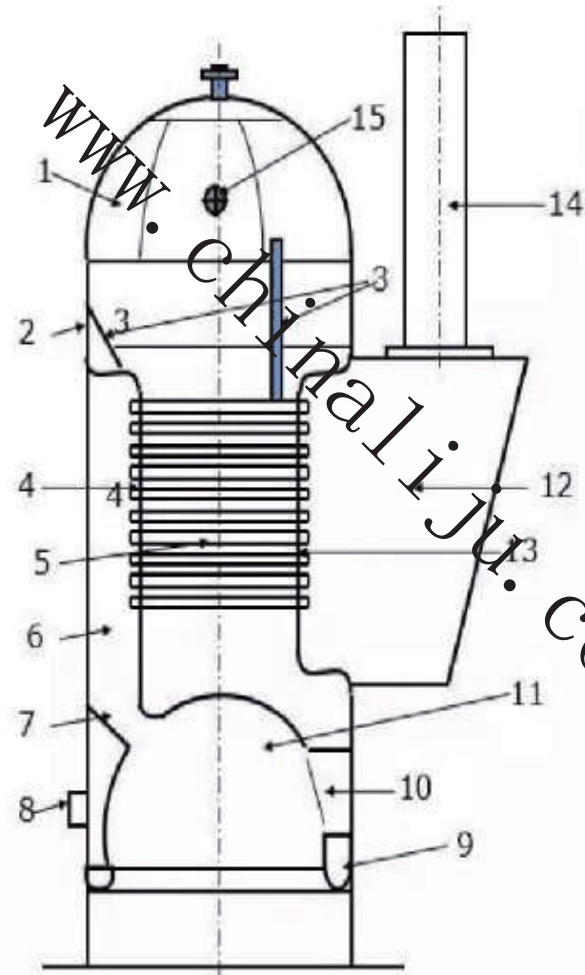


图3-110 低容量、中等容量和大容量FM型D型锅炉结构简图
(a)低容量FM型;(b)中等容量FM型;(c)大容量FM型

立式多横火管锅炉

英国
Cochrane
考克兰

1878年



- 1-封头
- 2-锅壳
- 3-拉撑
- 4-后管板
- 5-火管
- 6-后烟箱
- 7-喉管
- 8-手孔
- 9-下脚圈
- 10-炉门
- 11-炉胆
- 12-前烟箱
- 13-前管板
- 14-烟囱
- 15-人孔

多锅筒弯水管锅炉

Allen Stirling
1885年

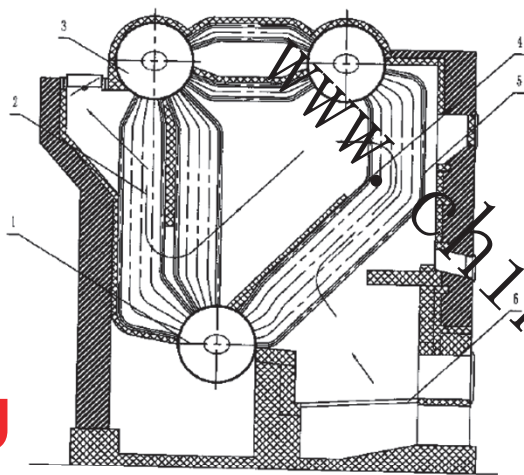


图 3-69 Stirling 型三锅筒弯水管锅炉
1—下水筒;2—下降弯水管;3—上锅筒;4—折流板;5—上升弯水管;6—炉排

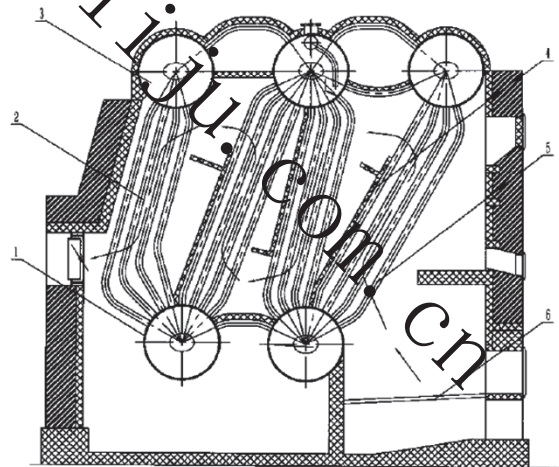


图 3-68 Allen Stirling 设计的五锅筒弯水管锅炉
1—下水筒;2—下降弯水管;3—上锅筒;4—折流板;5—上升弯水管;6—炉排

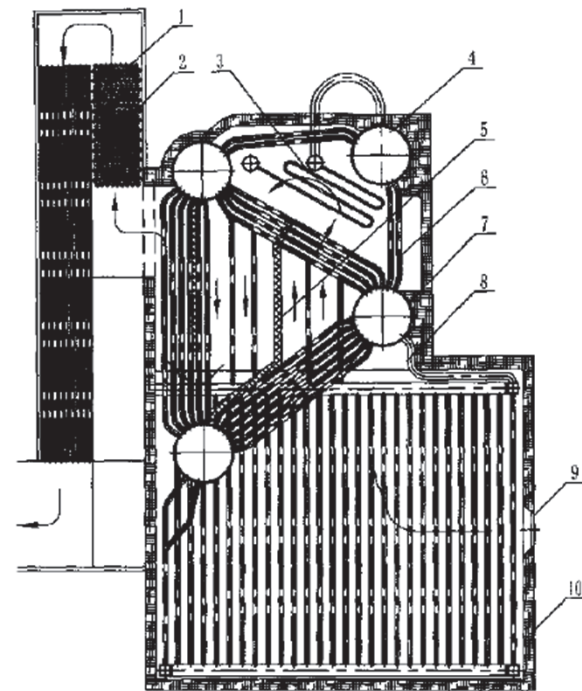


图 3-70 Stirling 型多锅筒带水冷甲的弯水管锅炉
1—空气预热器;2—省煤器;3—过热器;4—上锅筒;5—折流板;6—下降管;
7—下水筒;8—上升管;9—燃烧器;10—炉墙

卧式内燃干背式火管四回程锅炉

美国
Cleaver
Brooks
1929年

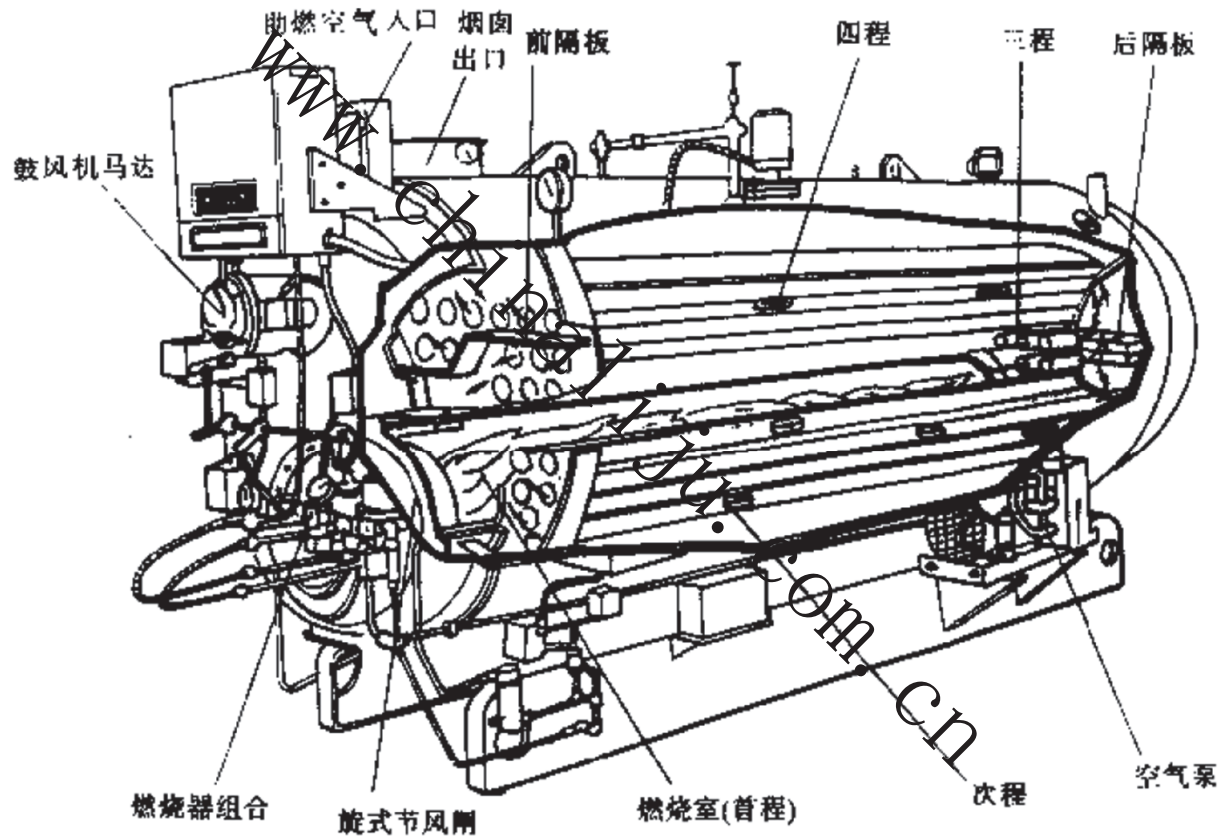


图 5-46 CB 型全自动燃油锅炉

直流盘管锅炉

美国
Clayton
克雷登

1930年

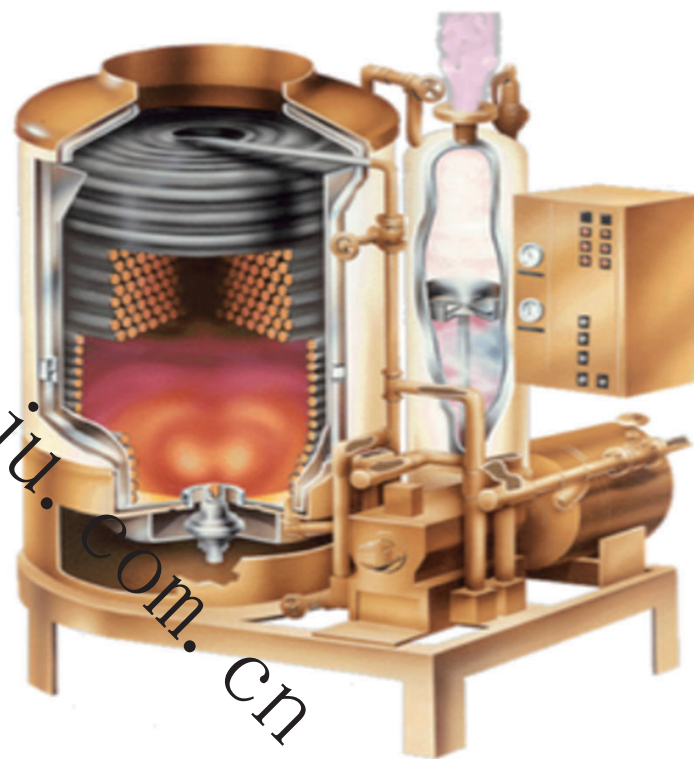
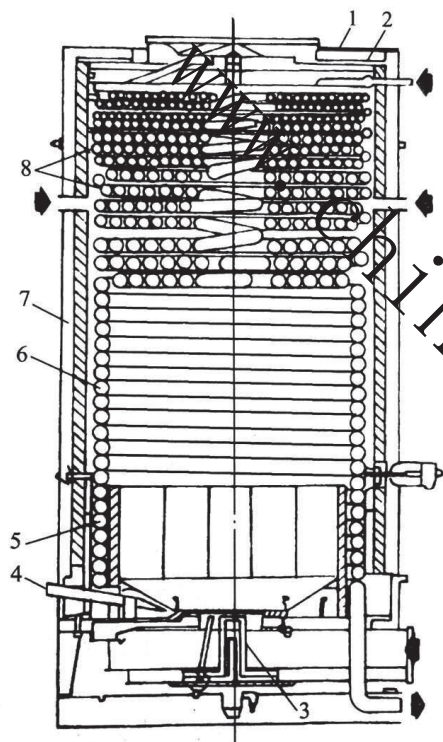


图 2-20 直流锅炉

- 1—外壳 2—内壳 3—燃烧器 4—观察孔
5—耐火砌体 6—冷水管 7—空气通道
8—加热盘管

角管式锅炉

丹麦
ANSALDO
VOLUND
A/S
沃伦
1944年

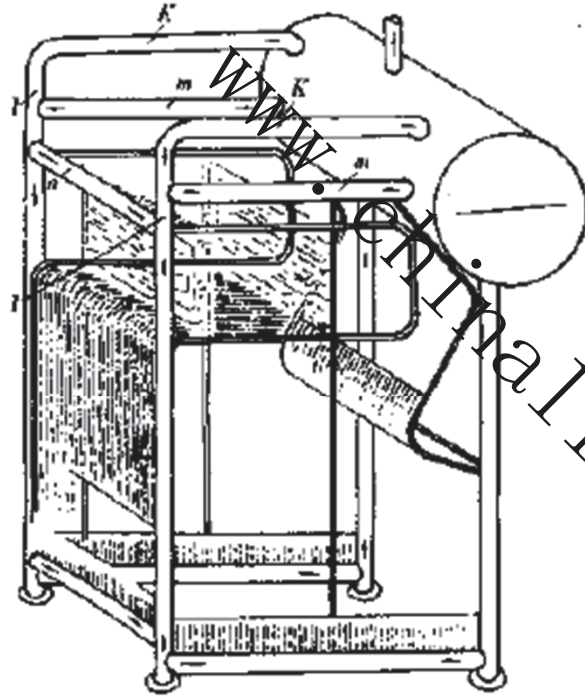


图 5-17 角管式锅炉的管路系统

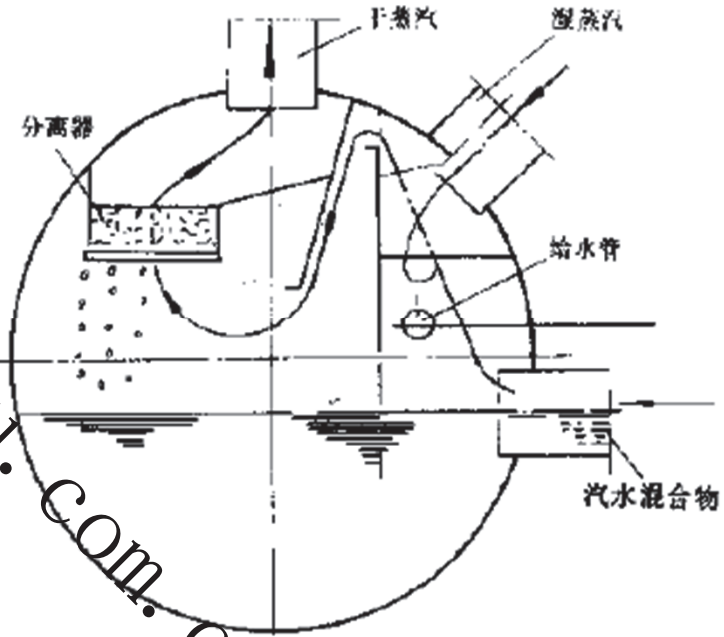
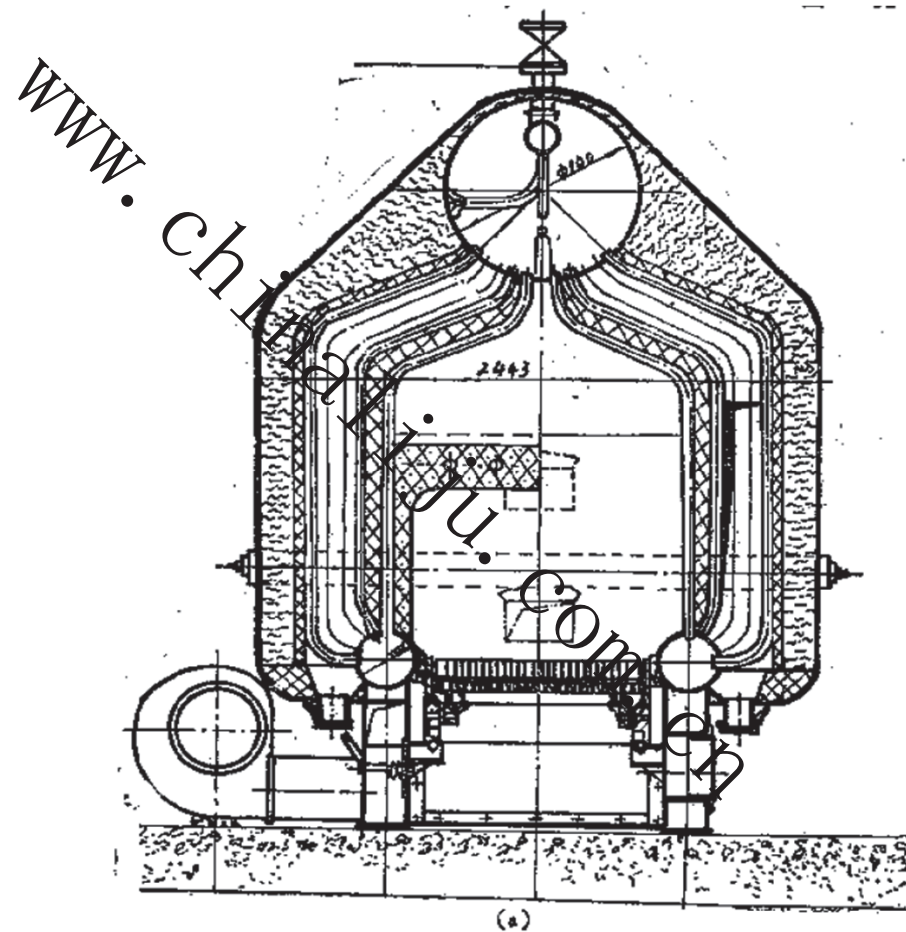


图 5-18 锅筒

单锅筒纵置式水管锅炉—“A”型

美国
Foster
wheeler
福斯特惠勒
1945年





立式无管锅炉

美国
Fulton
富尔顿
1949年

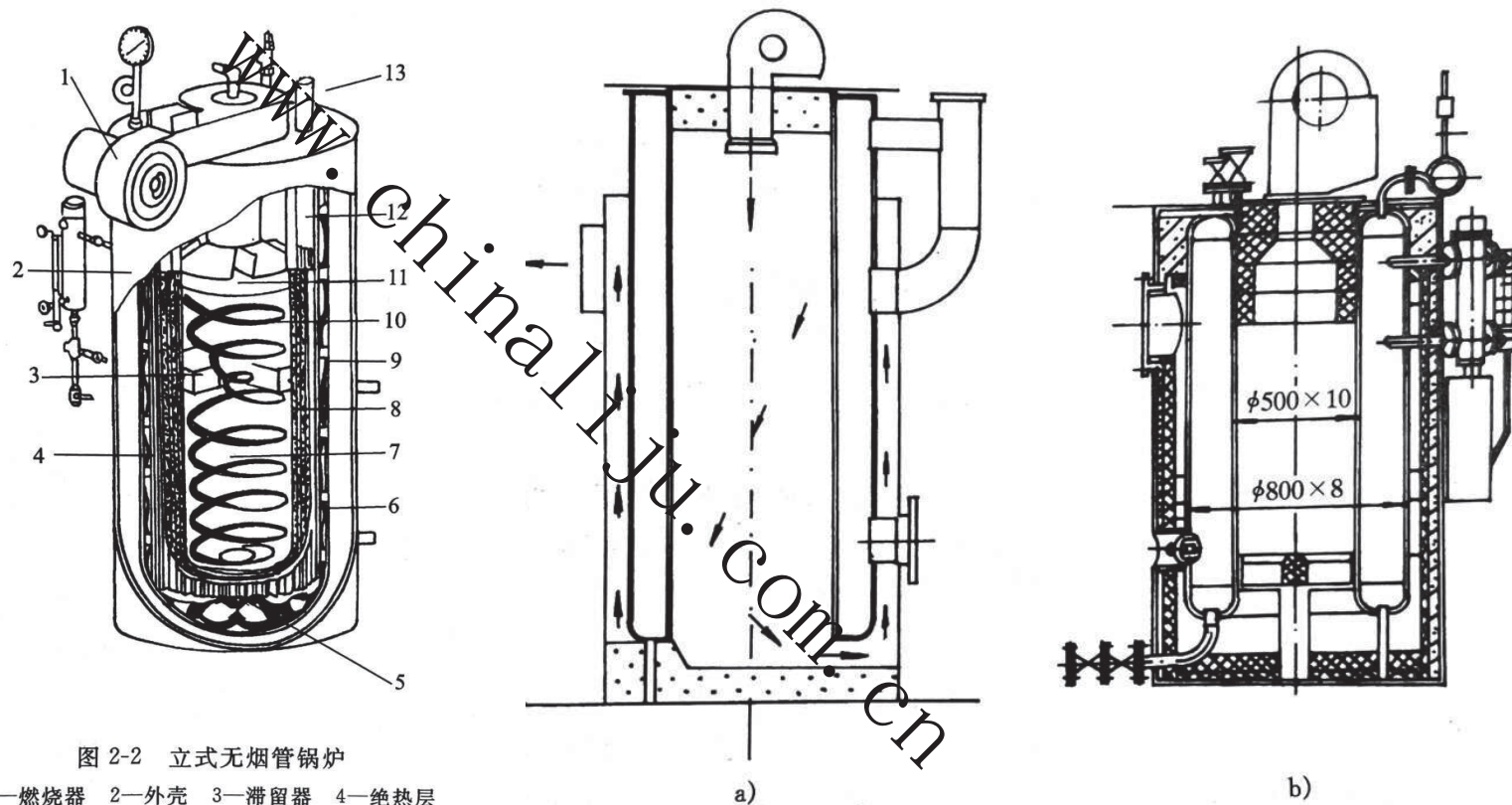


图 2-2 立式无烟管锅炉

- 1—燃烧器 2—外壳 3—滞留器 4—绝热层
- 5—传热肋片 6—二回程通道 7—下旋火焰
- 8—水空间 9—锅壳 10—炉胆 11—点火装置
- 12—蒸汽空间 13—蒸汽出口

立式多管式直流锅炉/贯流锅炉

日本
MiURA
三浦
1959年

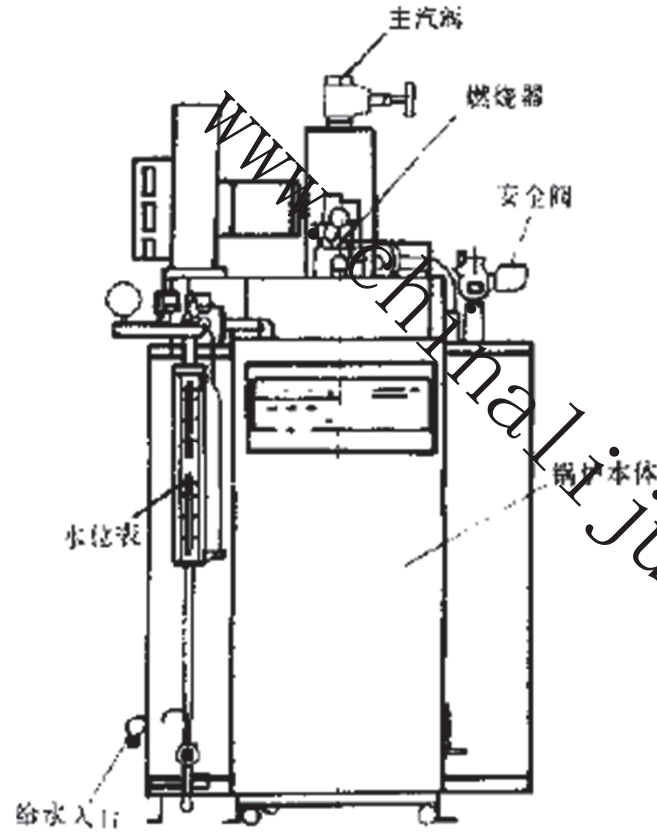


图 5-42 立式“三浦”锅炉

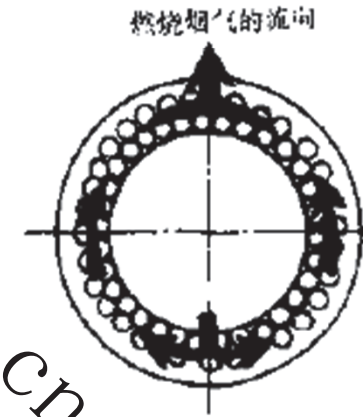


图 5-43 燃烧烟气的流向

SZL双锅筒纵置式水管锅炉—“KE”型

苏联
比斯克

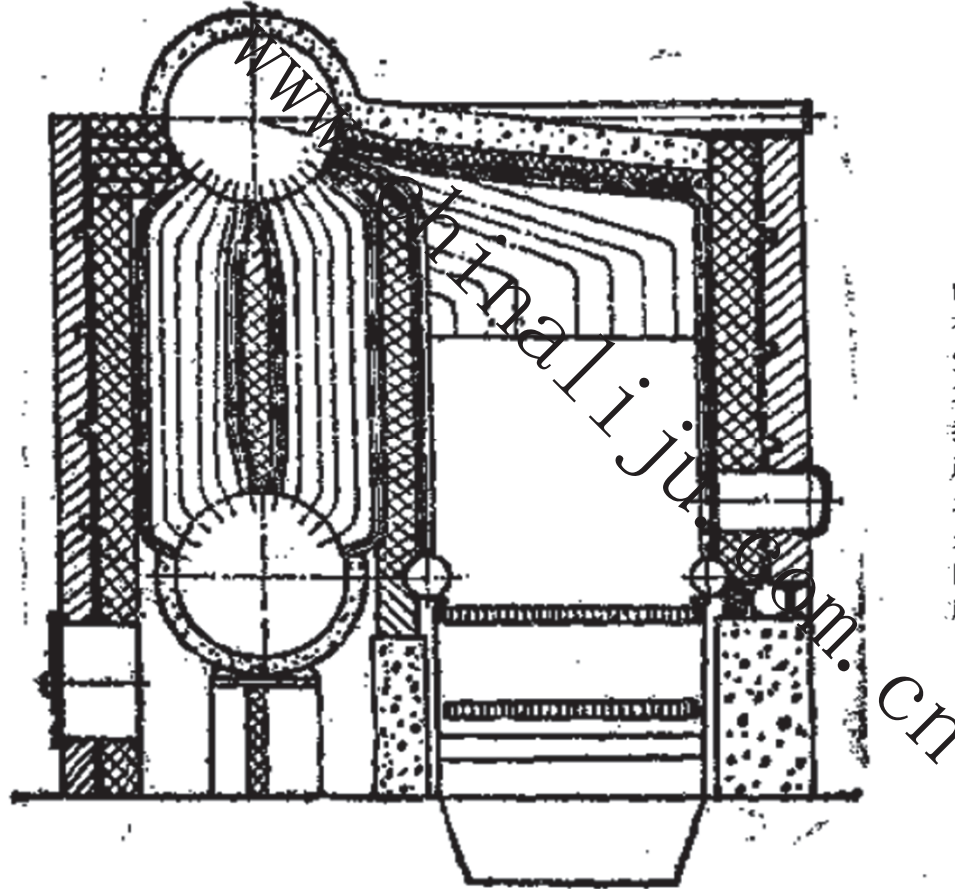


图 2-8

在面临着市场竞争形势下，国内锅炉制造厂十分关心国内、外工业锅炉新产品、新技术动向。我国工业锅炉发展已有三十多年历史，有自己的经验和教训。国家实行开放政策，有利于吸取国外新技术，但是因为我们制造厂技术力量不强，工艺差，不宜在近期内发展太多的新品种。要抓住重点搞，其他国家也是这样做的，如苏联的工业锅炉就是集中在发展双纵锅筒水管锅炉（ДКВ型，现称KE型），美国主要是向水管锅炉和容量扩大方向发展。英国主要是发展锅壳式内燃炉。最近在20吨/时以上容量有新的水管结构出现。联邦德国的设计力量较强，因此品种型式较多。各国总的趋势是发展有较大的水冷燃烧室，以提高燃烧效率。

SZS双锅筒弯水管锅炉—“O”型

Babcock-
Johnson

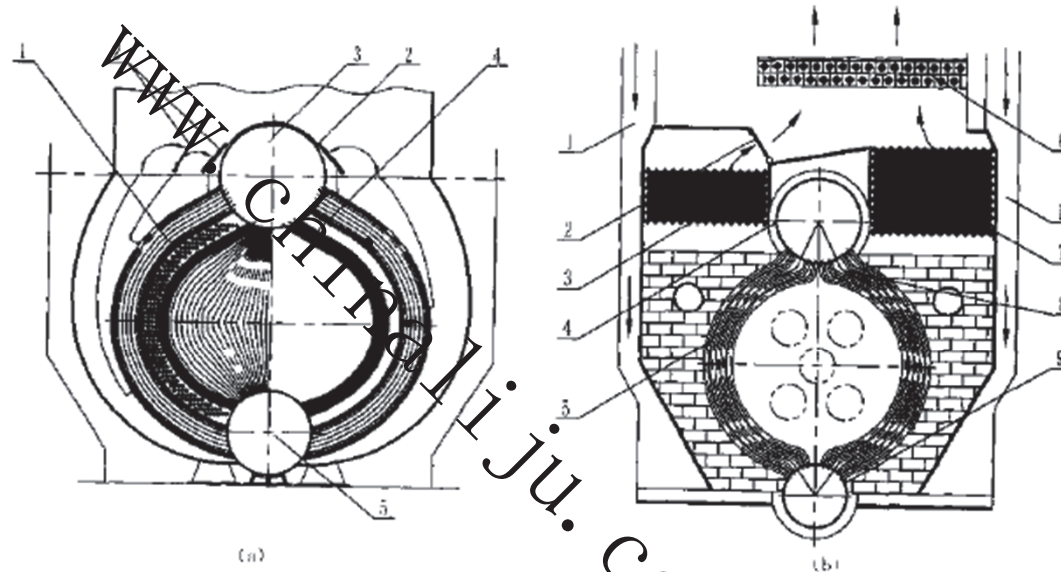


图 3-79 早期和近代的 (O) 型锅

- (a) 过热器布置于蒸发受热面之间：1—过热器；2—烟气挡板；3—下锅筒；4—蒸发管束；5—下锅筒
 (b) 过热器布置于蒸发受热面之上：1—空气通道；2—烟气挡板；3—下锅筒；4—下锅筒；5—蒸发管束；
 6—省煤器；7—过热器；8—不受热下降管；9—下锅筒

综上所述：

世界上有那么多不同结构的锅炉

很多国家的锅炉品牌

就代表着一种结构类型

就代表着一个品类

那么，在中国呢？



www.chinaliji.com.cn
随着锅炉行业的向前发展

人们不断地为这古老的制造业
注入新的内涵



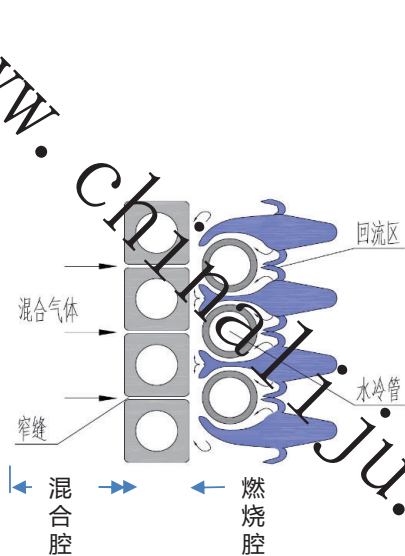
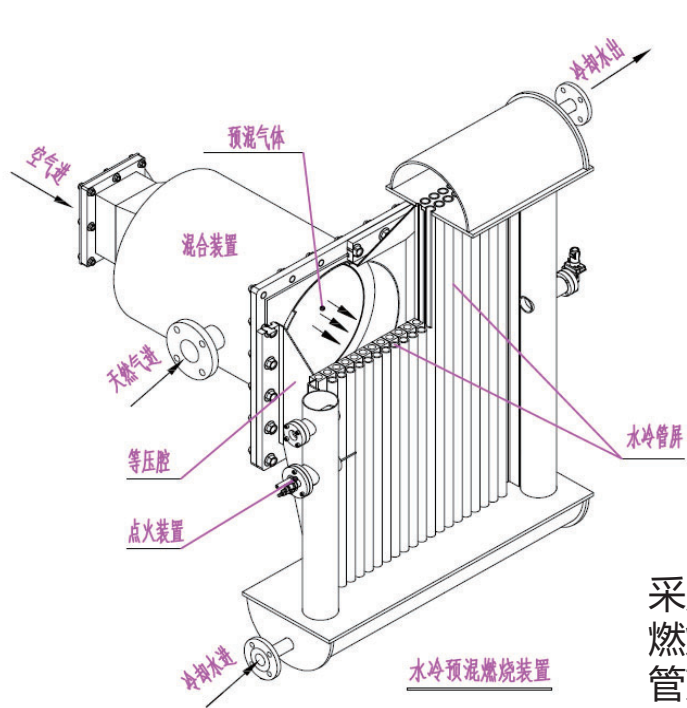
WCB水冷预混蒸汽锅炉



力聚锅炉就是第一个中国原创的锅炉

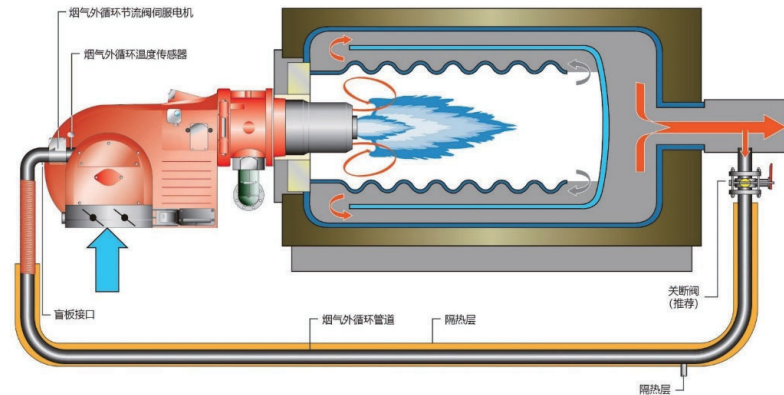


炉变了——燃烧方式变了

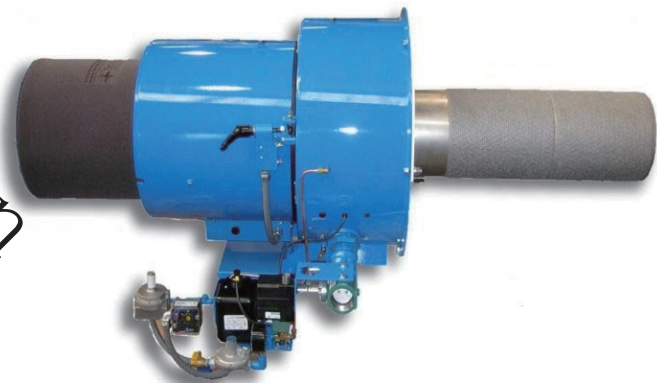


采用高传热系数的水冷管束组成燃烧器头部，预混气体通过水冷管束间的窄缝喷出燃烧。

力聚WCB水冷预混燃烧



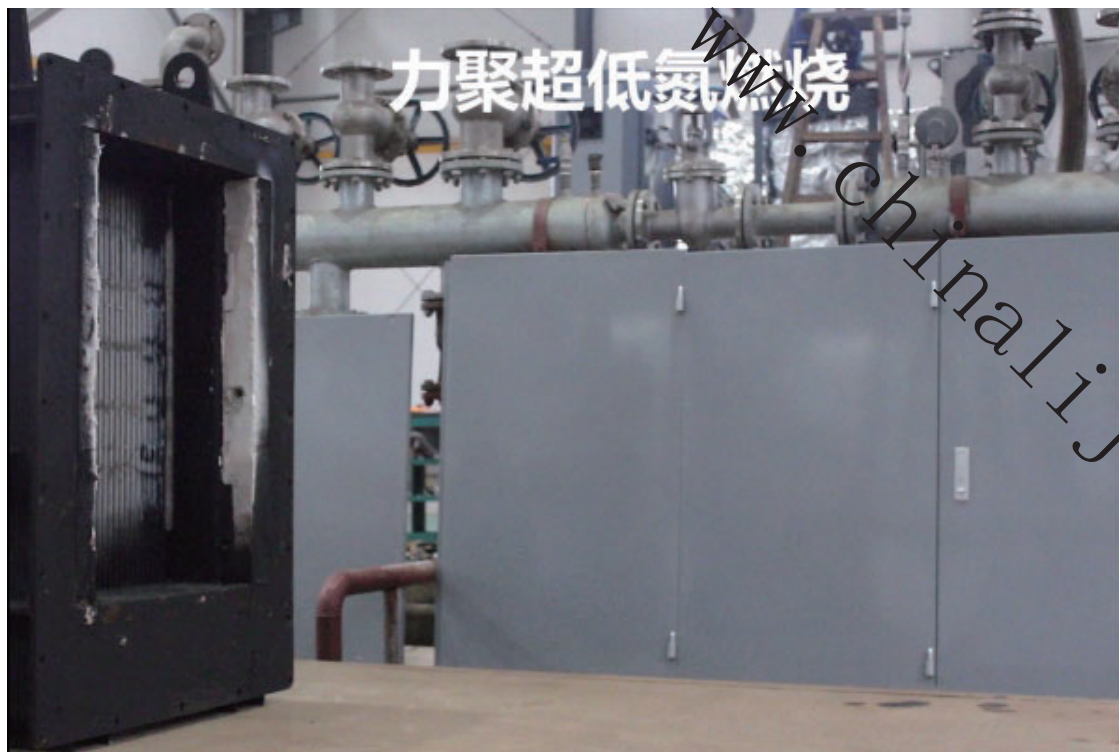
×FGR: 扩散式燃烧+烟气回流



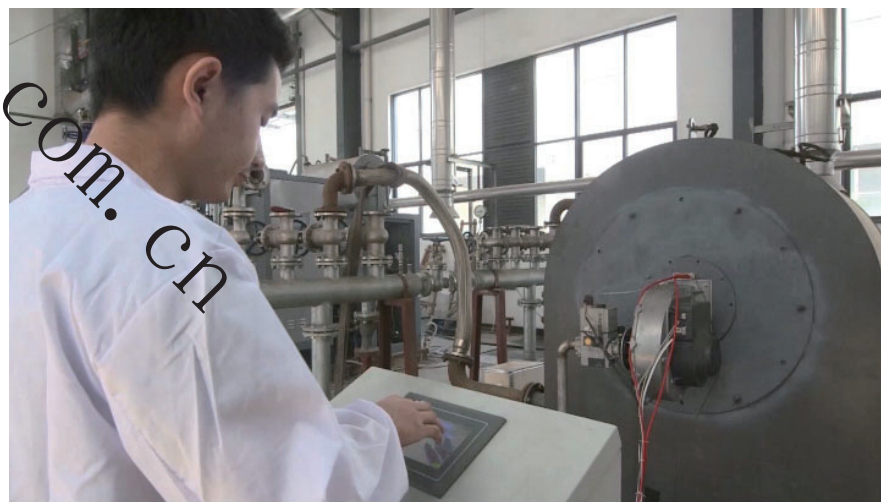
×FPB: 贫燃预混表面燃烧



炉变了——燃烧方式变了

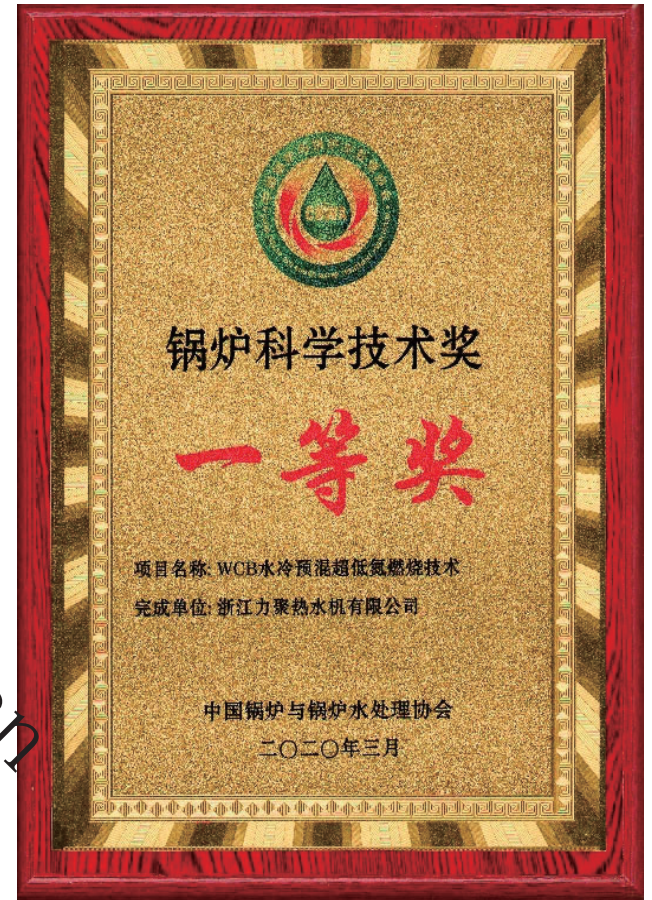
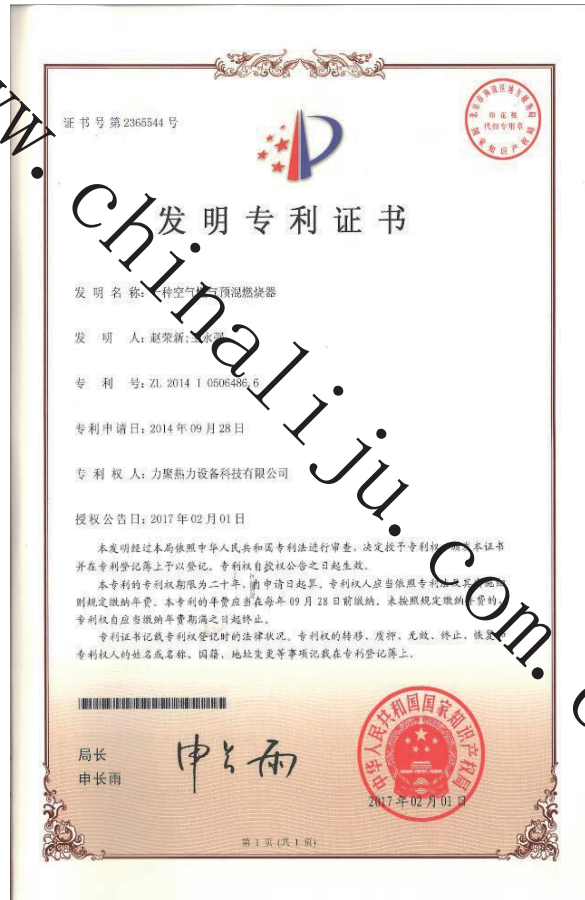
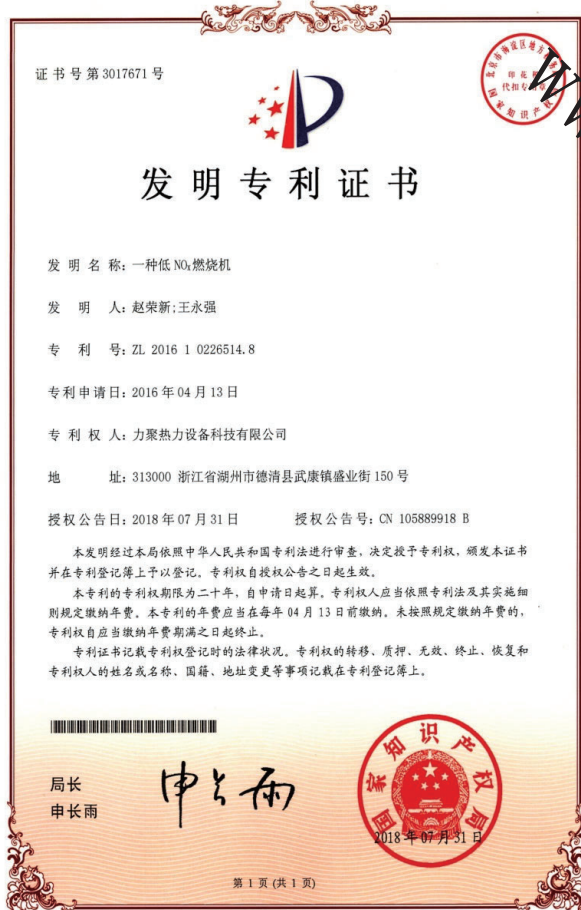


力聚WCB水冷预混燃烧





WCB水冷预混燃烧——发明专利技术





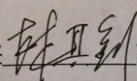

WCB水冷预混燃烧——发明专利技术

鉴 定 意 见

2019年10月06日,浙江省技术交易中心组织专家对浙江力聚热水机有限公司研发的“WCB 水冷预混超低氮燃气锅炉”成果进行鉴定。鉴定委员会听取了完成单位的汇报,审阅了相关资料,考察了试验和生产现场,经质询和讨论,形成如下鉴定意见:

- 1、提供的鉴定资料齐全、规范、统一,符合鉴定要求。
- 2、研发的水冷预混超低氮燃烧燃气锅炉,具有完全自主知识产权,获授权发明专利8项、实用新型专利40项,科技查新报告表明,采用炉排窄缝及稳焰管组成水冷预混燃烧装置、涡轮式空气-燃气混合装置、多燃烧面燃烧结构均为国内外首创。
- 3、产品设计理念先进、结构简单、低氮排放、换热紧凑、快速启停、安全可靠、节能环保,首次实现单模块35MW燃气锅炉的安全使用,打破国外垄断,填补国内空白。
- 4、已有8000余台锅炉在市场得到应用,锅炉热效率达104.5%(按低位发热值),锅炉系统节能尤为明显;蒸汽锅炉氮氧化物全负荷范围小于 $27\text{mg}/\text{m}^3$,热水锅炉氮氧化物小于 $19\text{mg}/\text{m}^3$,创造了显著的经济与社会效益。

鉴定委员会一致认为,该成果研究总体水平居国际领先。

鉴定委员会主任  副主任 
2019年10月6日


中国科协学科发展研究系列报告
中国科学技术协会 / 主编

2018—2019

**动力机械工程
学科发展报告**

— REPORT ON ADVANCES IN —
POWER MACHINERY ENGINEERING

中国动力工程学会 / 编著

 中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

2018—2019 动力机械工程学学科发展报告

减排潜力巨大,主要分不锈钢和铸铝硅镁燃气冷凝热水炉。

不锈钢燃气冷凝热水炉是指将不锈钢盘管或不锈钢直管采用氩弧焊、高频焊和激光焊等焊接工艺制造的冷凝换热器,搭配圆柱形或平面预混燃烧器形成燃气冷凝热水炉。冷凝换热器由2圈矩形、长圆形截面同心圆盘管或规则排列的直管构成,燃烧器布置于盘管中心或直管束一侧,燃烧后的烟气穿过内外管圈和直管束进行对流和冷交换热,结构简单,制造工艺简化,整体结构十分紧凑。

铸铝硅镁燃气冷凝热水炉是由预混燃气燃烧器和紧凑的铝硅镁合金制成的换热器钢片组合构造而成。圆柱形或平面预混燃烧器布置于铸铝硅镁换热器中心或一侧,燃烧后烟气从向上向下依次流经水道包围的炉膛受热面和针翅密布紊流强化传热的对流受热面,下部对流受热面而发生烟气冷凝,冷凝水从下部进入承露盘后折转90°向上经烟肉排入大气;系统的采暖回水从钢片的下部水道进入“S”形水道不断吸收烟气水蒸气汽化潜热和显热从下而上和烟气呈逆流流动,至上部辐射受热面顶部出口被加热至50℃~80℃后送入采暖系统供应热水。

(4) 水冷预混超低氮燃烧燃气锅炉

全预混燃烧技术是一种将天然气与具有化学计量比的空气在点火燃烧前经过预混腔完全充分混合,使天然气燃烧速度不再受限于气体扩散速度等物理条件,从而使燃烧速度更快、更高效的燃烧技术。德国ELCO(欧科)在全预混燃烧技术上发展出了水冷全预混燃烧技术。区别于金属纤维全预混表面燃烧技术,水冷全预混燃烧技术是指采用高传热系数的水冷管束组成燃烧器头部,混合气通过水冷管束间的狭缝喷出燃烧,水冷管束在火焰根部将预混火焰产生的高温迅速带走,有效降低燃烧区温度,抑制了热力型NO_x的产生,同时水冷管束的“冷壁效应”起到熄火保护作用,可有效降低回火风险。

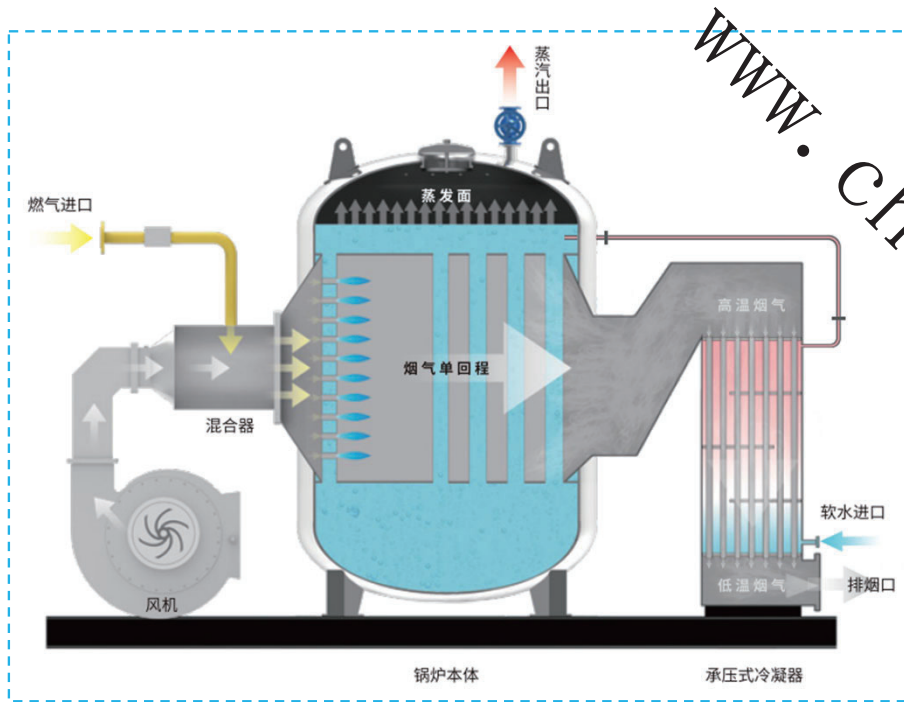
力聚研发的水冷预混超低氮燃气锅炉,具有完全自主知识产权,采用炉排窄缝及稳焰管组成水冷预混燃烧装置、涡轮式空气-燃气混合装置、多燃烧面燃烧结构均为国内外首创,如图22所示,形成独特的水冷全预混无焰燃烧技术,目前除阀组和燃烧控制外,燃烧器系统全部实现自主设计生产,产品设计理念先进、结构简单、低氮排放、紧凑换热、安全可靠、节能环保,首次实现单模块7MW燃气锅炉的安全使用,组合模块实现35MW~116MW的供热能力,打破国外长期技术垄断,填补国内空白。该企业已有8000余台锅炉在市场得到应用,每年生产2500台燃气锅炉,形成真空热水机组、微压变频锅炉、燃气冷凝蒸汽锅炉系列,锅炉热效率可达104.5%,锅炉系统节能尤为明显;蒸汽锅炉氮氧化物全负荷范围小于 $27\text{mg}/\text{m}^3$,热水锅炉氮氧化物小于 $19\text{mg}/\text{m}^3$,创造了显著的经济社会效益和突出的节能减排效果。

(5) 冷热耦合极限冷凝燃气锅炉

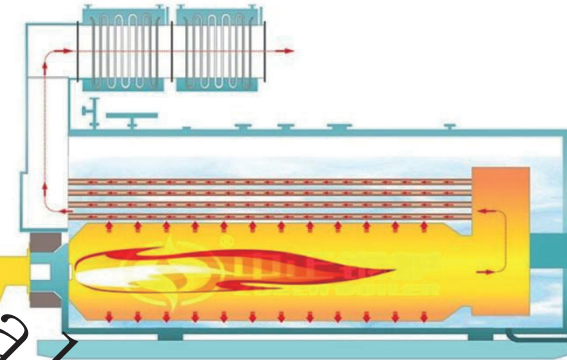
随着低氮燃气冷凝锅炉的不断发展,目前燃气锅炉的排烟温度已普遍低于80℃,但较低的排烟温度导致燃气锅炉冬季白烟现象明显;天然气价格不断上涨,燃气供暖盈利困



锅变了——结构变了



力聚水冷预混冷凝蒸汽锅炉



×卧式火管二回程

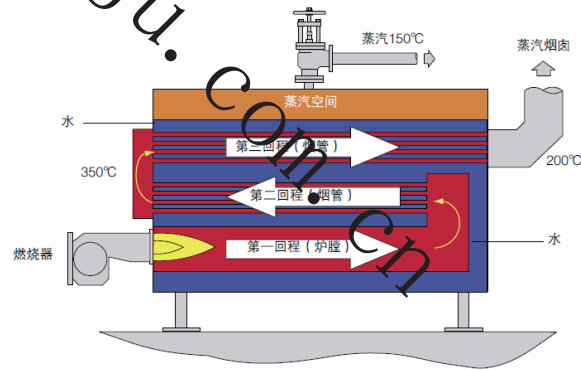
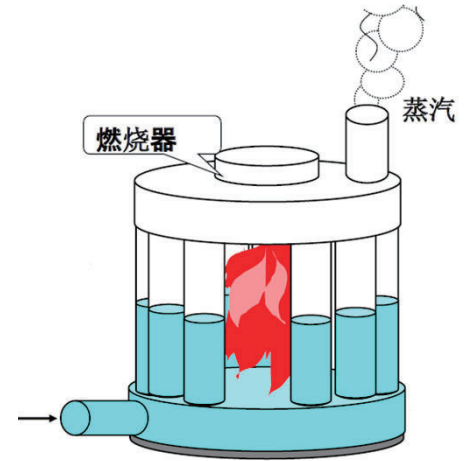
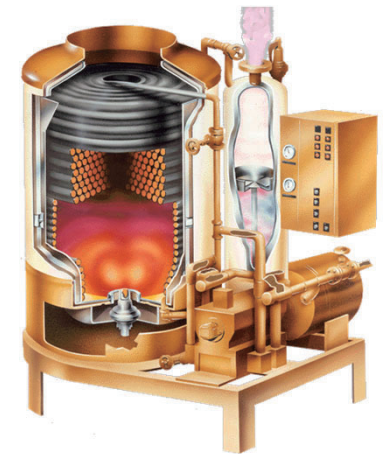


图3.2.4 经济锅炉 (三回程, 湿背)

×卧式火管三回程




×立式贯流



×立式直流

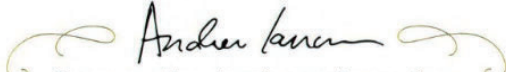


WCB水冷预混蒸汽锅炉 —— 发明专利技术


To Promote the Progress of Science and Useful Arts
The Director
 of the United States Patent and Trademark Office has received an application for a patent for a new and useful invention. The title and description of the invention are enclosed. The requirements of law have been complied with, and it has been determined that a patent on the invention shall be granted under the law.
 Therefore, this United States

Patent

grants to the person(s) having title to this patent the right to exclude others from making, using, offering for sale, or selling the invention throughout the United States of America or importing the invention into the United States of America, and if the invention is a process, of the right to exclude others from using, offering for sale or selling throughout the United States of America, products made by that process, for the term set forth in 35 U.S.C. 154(a)(2) or (c)(1), subject to the payment of maintenance fees as provided by 35 U.S.C. 41(b). See the Maintenance Fee Notice on the inside of the cover.


 DIRECTOR OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

(12) **United States Patent** (10) **Patent No.:** **US 10,767,854 B2**
Zhao et al. (45) **Date of Patent:** **Sep. 8, 2020**

(54) **FLAMELESS STEAM BOILER** (56) **References Cited**

(71) Applicant: **Zhejiang Liju Boiler Co., Ltd.**, Hangzhou (CN)
 (72) Inventors: **Rongxin Zhao**, Hangzhou (CN); **Yongqiang Wang**, Hangzhou (CN); **Bingyuan Shen**, Hangzhou (CN); **Erpeng Qiu**, Hangzhou (CN); **Jian He**, Hangzhou (CN); **Huizhen Li**, Hangzhou (CN); **Jingyang Jin**, Hangzhou (CN); **Xiaoping Gao**, Hangzhou (CN)

(73) Assignee: **Zhejiang Liju Boiler Co., Ltd.**, Hangzhou (CN)

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 76 days.

(21) Appl. No.: **15/913,941**
 (22) Filed: **Mar. 7, 2018**

(65) **Prior Publication Data**
 US 2019/0277490 A1 Sep. 12, 2019

(51) **Int. Cl.**
 F22B 1/02 (2006.01)
 F22G 3/00 (2006.01)
 F22B 37/10 (2006.01)
 F22B 21/04 (2006.01)

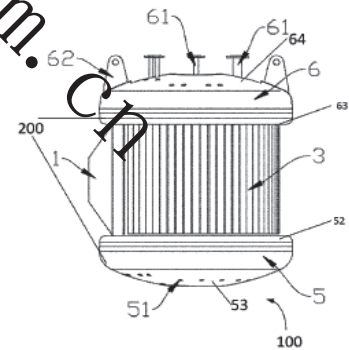
(52) **U.S. Cl.**
 CPC F22B 1/021 (2013.01); F22B 37/10 (2013.01); F22G 3/005 (2013.01); F22B 21/04 (2013.01)

(58) **Field of Classification Search**
 CPC F22B 1/21
 See application file for complete search history.

(74) **Primary Examiner** — Nathaniel Herzfeld
 (74) **Attorney, Agent, or Firm** — Kilpatrick Townsend & Stockton LLP

(57) **ABSTRACT**
 Embodiments provide a combustion structure that can achieve stable combustion by addressing the aforementioned drawbacks in the prior art such as low flame stability, backfire, deflagration, blockage and/or any other drawbacks. The combustion chamber structure in accordance with the disclosure can include: a grate structure including a first set of elongated components, a fire retention structure including a second set of elongated components. The first set of first elongated components can be arranged along an axial direction within the combustion chamber structure. The second set of elongated components can be arranged along the axial direction in a same direction as the first elongated components. The second set of elongated components can be configured to generate a negative pressure zone within the combustion chamber. The first set of elongated components can form apertures that can be aligned with apertures formed by the second set of elongated components.

8 Claims, 5 Drawing Sheets





WCB水冷预混冷凝蒸汽锅炉



兼具火管锅炉的耐用性和水管锅炉的灵巧性
更低排放 更高效率



www

为什么要创新

china

为什么要改变

liju.com.cn



做最节能的锅炉是力聚的目标和责任



锅炉能量流向图

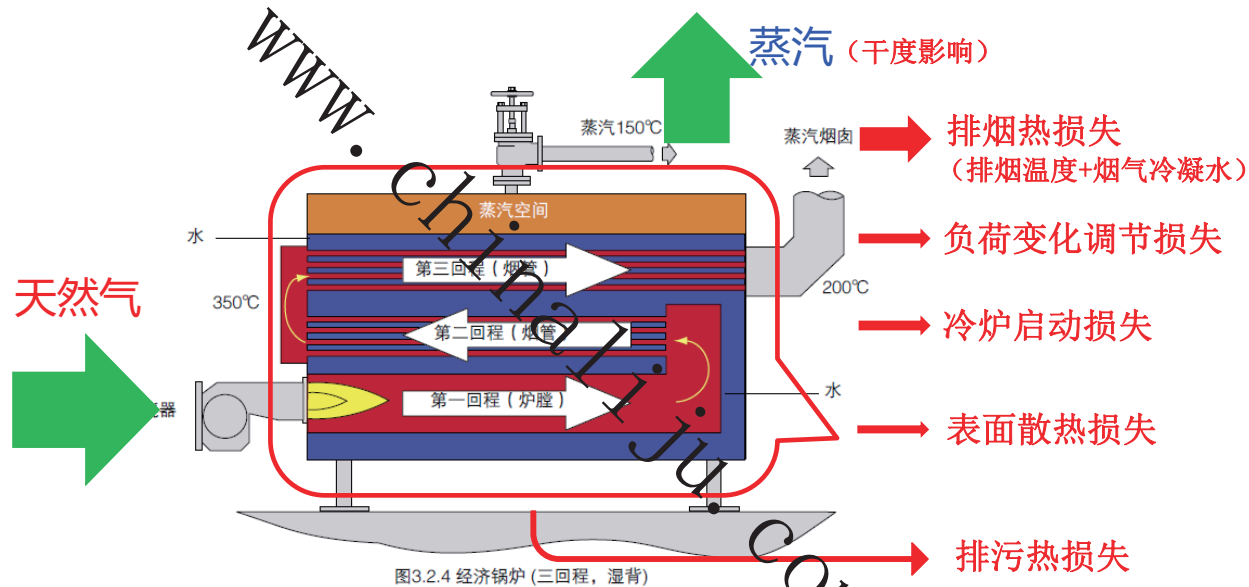
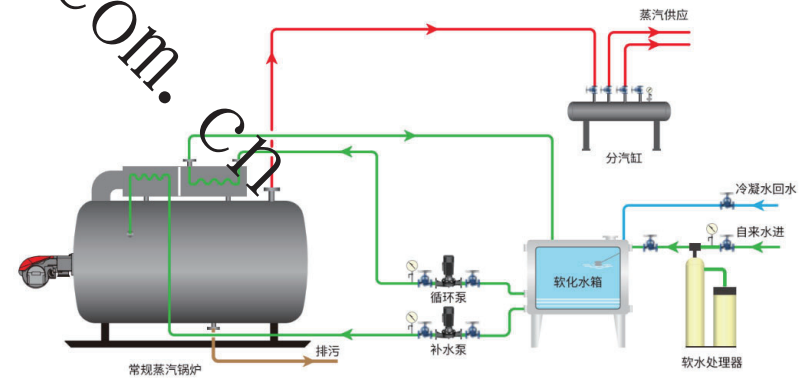
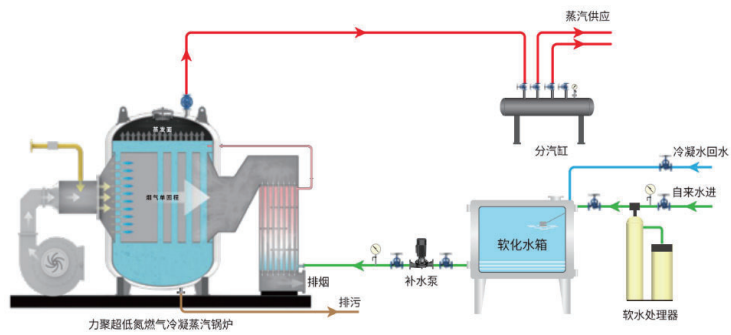
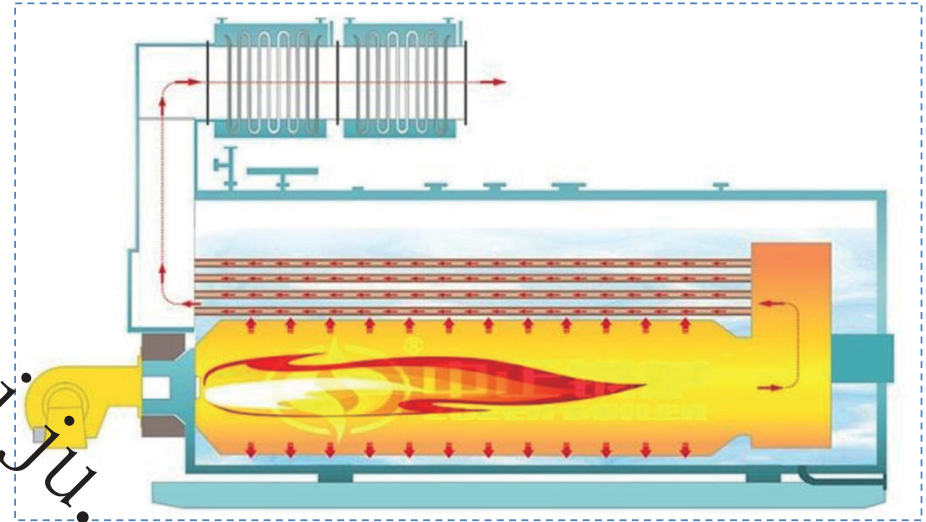
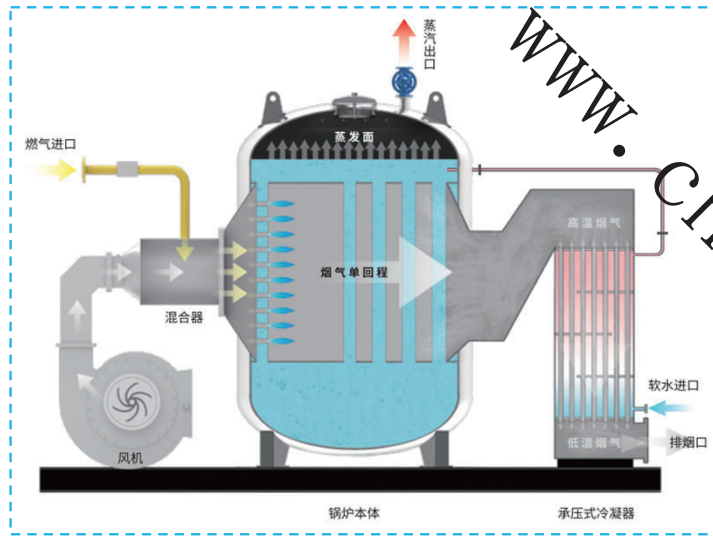


图3.2.4 经济锅炉 (三回程, 湿背)

四个对比指标：燃烧方式、排烟温度、冷凝水量、表面温度

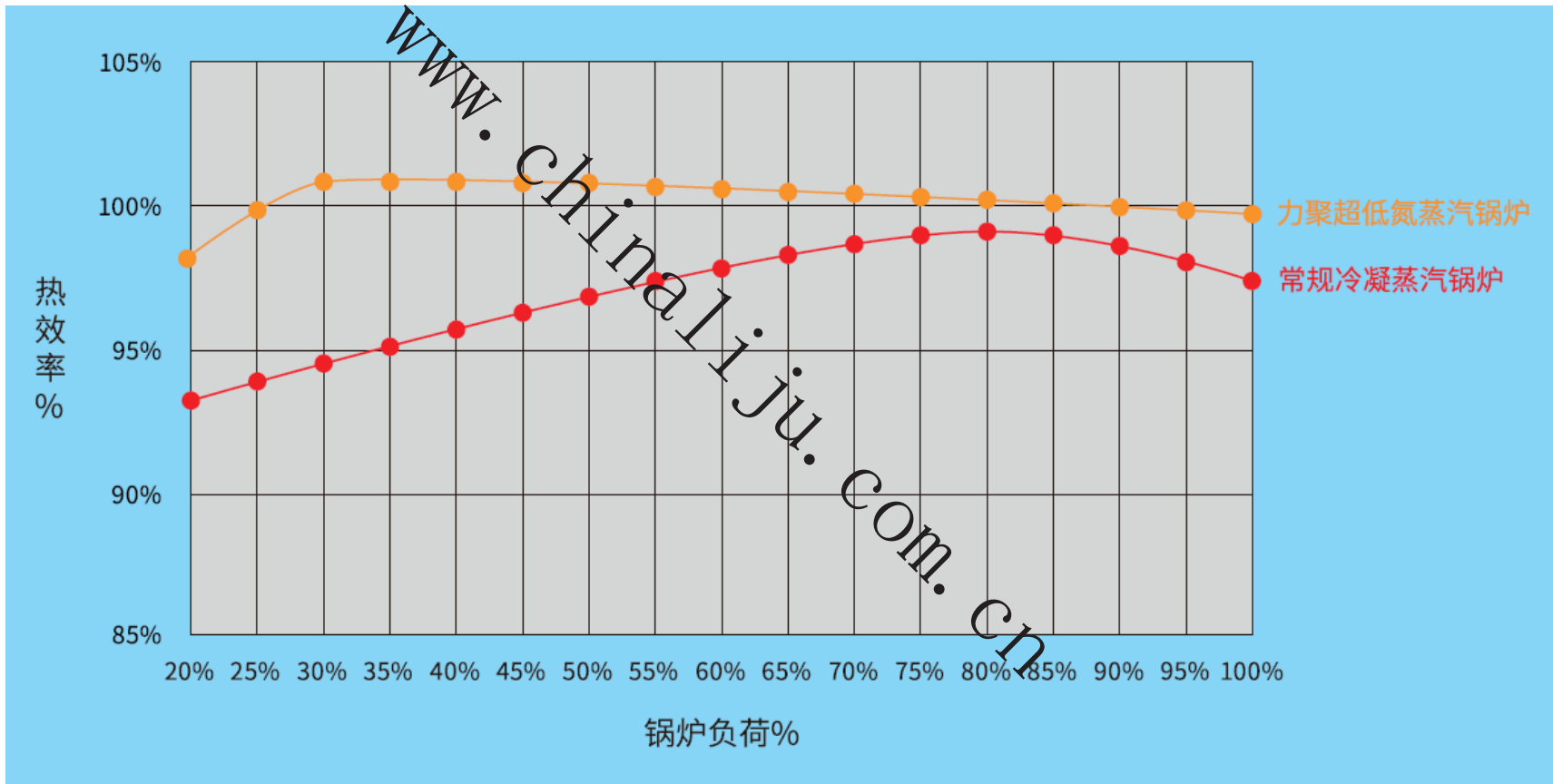


节能对比分析





效率：扩散式燃烧VS水冷预混燃烧





锅炉热损失对比 (20°C给水)

对比内容		卧式锅炉	力聚锅炉	节能率	每吨蒸汽省气
1、排烟损失	排烟温度	80~100°C	<60°C	0.5~2%	0.4~1.6m ³
	烟气冷凝水量	<5kg/吨蒸汽	30kg/吨蒸汽	2~3%	1.6~2.4m ³
2、负荷变化调节损失		扩散式燃烧比例调节，低负荷低效率	水冷预混燃烧，变频比例调节，低负荷高效率	1~5% (视工况而定)	1.6~4.0m³
3、表面散热损失		平均表面温度60°C	平均温度40°C	1%	0.8m ³
4、排污热损失		手动排污	自动TDS排污，排污热回收	0.5~2%	0.8~1.6m³
5、冷炉启动热损失		20~40min	5~8min	0.5~2%	0.8~1.6m ³

综合节能: 5.5 ~ 15% 节省燃气 4.5 ~ 12m³/吨蒸汽



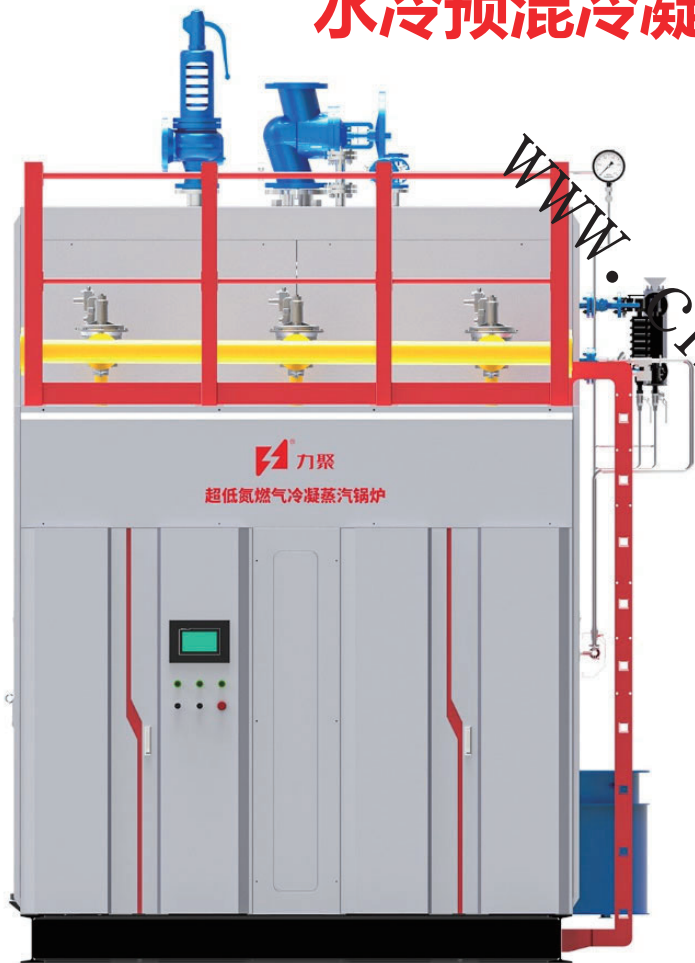
锅炉热损失对比 (高温给水)

对比内容		卧式锅炉	力聚锅炉	节能率	每吨蒸汽省气
1、排烟损失:	排烟温度	80~150°C	70~140°C	0.5~2%	0.4~1.6m ³
	烟气冷凝水量	0kg	0kg	0	0
2、负荷变化调节损失		扩散式燃烧比例调节, 低负荷低效率	水冷预混燃烧, 变频电子比例, 低负荷高效率	1~5% (视工况而定)	1.6~4.0m ³
3、表面散热损失		平均表面温度60°C	平均温度40°C	1%	0.8m ³
4、排污热损失		手动排污	自动TDS排污, 排污热回收	0.5~2%	0.8~1.6m ³
5、冷炉启动热损失		20~40min	5~8min	0.5~2%	0.8~1.6m ³

综合节能: 3.5~12% 节省燃气 2.8~9.6m³/吨蒸汽



水冷预混冷凝蒸汽锅炉入围节能降碳目录



《国家工业节能技术装备推荐目录（2020）》

《“能效之星”产品目录（2020）》

《浙江省第一批工业节能降碳工艺、技术、装备目录》

《海南省节能新技术、新产品（设备）推荐目录》

www.ChinaLijie.com.cn



食品行业



浙江**豆制品公司 3台8吨



橡胶行业

陕西**橡胶 5台12吨 2.45MPa蒸汽锅炉





橡胶行业

青岛黄海橡胶 4台10吨 2.45MPa蒸汽锅炉





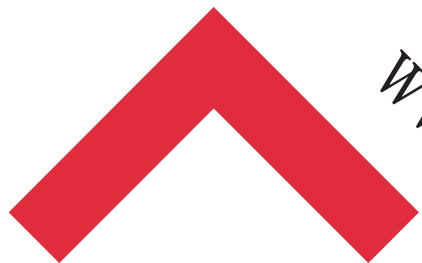
制药行业





www.chinaliju.com.cn

ENERGY CONSERVATION
节能 就是 减排



www.chinaliju.com.cn

谢谢！

更多了解力聚：

WWW.CHINALIJU.COM.CN

服务热线：400-888-2572