

中小型水管鍋爐

第一機械工業部汽輪機鍋爐研究所 譯



上海市科學技術編譯館

中小型水管涡轮

第一机械工业部汽轮机涡轮研究所

上海市科学技术出版社出版

(上海南京路59号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海市印刷四厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 2 1/8 字数: 177,000

1962年1月第1版 1962年1月第1次印刷

印数: 1—2,000

书 号: 6003·5

定 价: 1.60元

(内部发行)

前 言

《中小型水管锅炉》是苏联中央锅炉透平研究所(ЦКТИ)所编写的评述性资料。内容主要介绍美国、英国、德意志民主共和国、西德等国主要工厂所生产的中小型水管锅炉；着重论述发电和工业用固定式、快装组合式锅炉机组的型式和结构特点，特别是快装组合式机组，在书中占有极大篇幅。由于中小型锅炉主要燃用固体燃料，故本书也收集了美、英等国近年来广泛采用的燃烧装置——带有翻转炉排的抛煤机和带有反转炉排的抛煤机——以及燃煤方面的资料。

本书所收集的资料比较广泛而完整，编排极有系统，并辅以大量图表和许多具体的试验和运行数据，极便于查考和利用。就我国目前情况来看，中小型锅炉——无论是发电锅炉还是工业锅炉，在国民经济中都还具有重大的意义，因此，本书对我国中小型锅炉制造厂、设计、运行以及有关教学等单位具有重大的参考价值。鉴于这辑资料的实用性，我所遂加以翻译，以供本专业广大科技人员应用。

原作者在编写过程中利用了《Power》，《Power Engineering》，《Combustion》，《Transactions of the ASME》，《Engineering and Boiler House Review》，《Power and Works Engineering》，《The Steam Engineer》，《Journal of the Institute of Fuel》，《Fuel》，《Mechanical Engineering》，《Brennstoff-Warme-Kraft》，《Die Wärme》等期刊和有关厂商的产品样本。

第一机械工业部汽轮机锅炉研究所

1961年12月

一、美国的锅炉机组

美国生产锅炉的公司有下列几家:

Babcock & Wilcox, Combustion, Foster Wheeler, Riley Stoker, Erie City, Wickes, Springfield, Vogt 等。

所有这些公司都生产大量的大中型锅炉。

在美国,特别是近年来快装式锅炉应用极广。所有的锅炉都装有燃烧固体、重油和气体燃料的装置。此外,也有专门燃烧重油和气体燃料的特种结构的锅炉。中小型锅炉燃用固体燃料时采用下列燃烧设备:带固定炉排的抛煤机,带反转炉排的抛煤机和下饲式炉膛。

各公司所生产的锅炉机组其容量和参数种类繁多。

根据 1948 年的 Power 杂志的统计(1),美国当时正在生产和已安装的锅炉机组按其参数可分成几类。

表 1 列有美国中央和区域电站的数据,表 2 系工业企业锅炉机组的数据。上述两表中还列有各公司所生产的锅炉数量。

由上述两表中可见美国应用最广的是 Babcock & Wilcox 公司及 Combustion 公司的锅炉。

Babcock & Wilcox 公司占锅炉总产量的 45% 左右,Combustion 公司占 20~30%。

美国现代中小型锅炉机组的主要结构形式是带全水冷炉膛的双汽包锅炉,具有发达的沸腾管束和过热器(指动力锅炉)。尾部受热面(主要是管式空气预热器)一般只装在中高压锅炉上。低压锅炉绝大部分不装尾部受热面。

表 1 美国中央和公用电站

压 力 (公斤/厘米 ²)	蒸发量 (吨/小时)	过热蒸汽 温度 (°C)	Babcock & Wilcox	Combustion	Foster Wheeler	Riley Stoker	Erie City	Edge Moor	Wickes	Vogt
105~146	180~500	500~565*	6	4	2	—	—	—	—	—
84~105	180~320	500~540*	27	27	2	—	—	—	—	—
64~84	180~300	~480	14	9	3	6	—	—	—	—
56~64	110~250	~480	34	26	8	16	5	1	—	—
43~56	36~110	400~440	15	16	4	1	—	—	2	—
13~43	18~60	~400	29	7	—	3	3	3	3	2
		合计(台)	125	89	19	26	8	4	5	2
		%	45	32	6.8	9.4	2.9	1.4	1.8	0.7

* 指二次过热的机组。

表 2

美国的工业锅炉

压 力 (公斤/厘米 ²)	蒸发量 (吨/小时)	过热蒸汽 温度 (°C)	Babcock & Wilcox	Combustion	Foster Wheeler	Riley Stoker	Erie City	Edge Moor	Wickes	Vogt	Bigelow	Keller
50~95	45~135	370~440	9	10	7	3	—	—	—	—	—	—
35~50	36~114	340~400	32	14	2	7	—	3	1	—	—	—
28~35	23~57	285~400	37	21	—	7	1	4	2	1	—	—
17.5~28	13.6~27	200~260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.5~14	4.5~27	和饱和蒸汽 ~200	22	10	—	4	—	1	2	—	7	—
10.5~11.5	4.5~27	和饱和蒸汽 ~185	30	14	—	3	11	2	—	5	21	2
8.8~10.5	3.5~27	和饱和蒸汽 ~180	19	5	—	6	3	—	1	4	12	—
		和饱和蒸汽	8	2	—	2	—	3	1	1	1	3
		合计(台)	157	76	9	32	15	13	7	11	41	5
		%	43	21	2.5	8.8	4.1	3.5	1.9	3	11	1.4

1. 快装组合式锅炉

所谓快装式锅炉是指那些在制造厂完全装好(包括炉墙、外壳)的或装成大型的组件形式能从制造厂直接运到工地进行总装的锅炉机组。

许多公司随锅炉一起供应的还有装在锅炉本体上或装在支承底架上的燃烧装置和辅助设备(2、3、4); 鼓风机、引风机、给水调节器、阀件、吹灰装置、锅炉的附属管道和控制测量仪表等(图 1、2)。

在个别情况下, 公司可以按照订货方的需要供应零散的零件, 以便在工地拼装成锅炉。

快装式锅炉一般用铁路平板车或汽车拖车运送。美国个别几个州的法律对用汽车拖车运送快装式锅炉的公路最大载重量有所限制。

快装式锅炉的重量在 1~50 吨的范围内或更重些(5)。

安装时或根本不需要基础, 或需要结构极简单的基础。大多数快装式锅炉装在总的底架上, 组合式锅炉是单独的, 不用底架联在一起。

快装式锅炉安装完毕后只要接上煤斗的落煤管或重油、煤气管道, 以及水汽管道和电缆就能点火升炉。另外还要安装烟囱和给水泵, 或者将锅炉与现有的烟道和供水母管接通。在许多情况下锅炉在运至工地后一天内就能投入运行。

国外应用最广的是快装式水管锅炉。快装式锅炉除了有一般水管锅炉的优点外(单位金属量小、可以采用高压、升炉迅速、经济、易于清炉、有超负荷的能力等), 还具有火管锅炉的优点: 结构紧凑、安装面积小、出厂时已完全装配好。由于以上优点, 快装式锅炉获得广泛的应用, 并首先在下述场合采用(5):

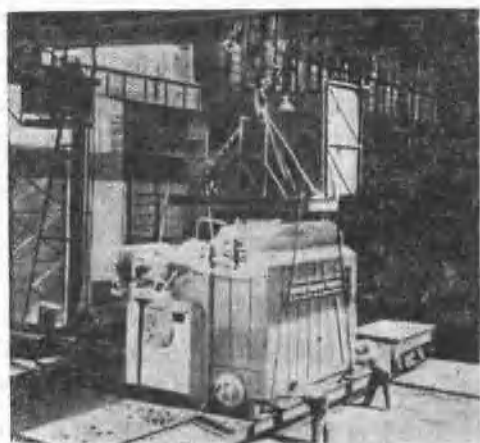
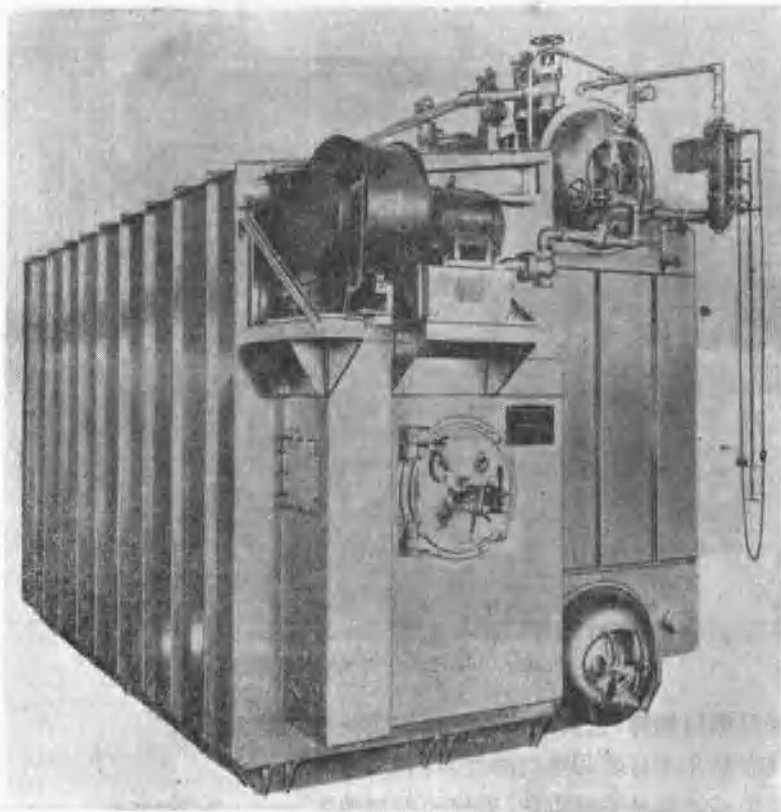


图 1 Combustion 公司的快装式锅炉总图



图2 Foster Wheeler 公司的快装式锅炉总图

- 1) 蒸汽用户地居偏僻(远离或没有工程安装公司的地方);
- 2) 一年只有某几个月使用蒸汽的用户(利用率低);
- 3) 现有锅炉不能满足尖峰负荷(廉价的附加功率);
- 4) 负荷波动, 并必须急剧提高负荷时(快速起动);
- 5) 安装锅炉的房屋尺寸有限;
- 6) 希望尽可能使司炉工作自动化和减少司炉人员的操作程序。

这种型式锅炉的最大优点是可以安装在露天旷野或半露天的房舍内。大多数锅炉都装有耐风吹雨打的保护外壳。

露天安装锅炉时应保护电气设备免遭雨水侵蚀, 而某些机件要防冻。

各工业部门的企业、公用事业单位以及农业和铁路运输部门都可以采用快装式锅炉。快装式锅炉按其蒸发量和参数可分为: 供应采暖或者工艺用汽的工业锅炉; 和向蒸汽机或汽轮机供汽的发电锅炉; 为了满足后一种需要, 和在工艺过程需要高温蒸汽时, 锅炉上装有蒸汽过热器。

1941~1945 年第二次世界大战期间, 遭到破坏地区迫切需要建造小功率的快装电站, 以便在没有其他电源的情况下使发电机组尽速投入运行。为此设计制造了各种不同结构的列车电站, 并投入了运行。其功率为 1,000、3,000、5,000 和 10,000 瓩, 以及一系列的快装电站, 其功率为 500、1,000、2,000 和 6,000 瓩。

快装电站的设备设计成单独的便于在铁路上用平板车运输的大型组件。图 3 为一大型组件, 由水处理设备、除氧器和给水泵组成。

快装式锅炉的蒸发量一般为 13.6~16 吨/小时, 少数达 23 吨/小时, 压力达 63 公斤/厘米²,

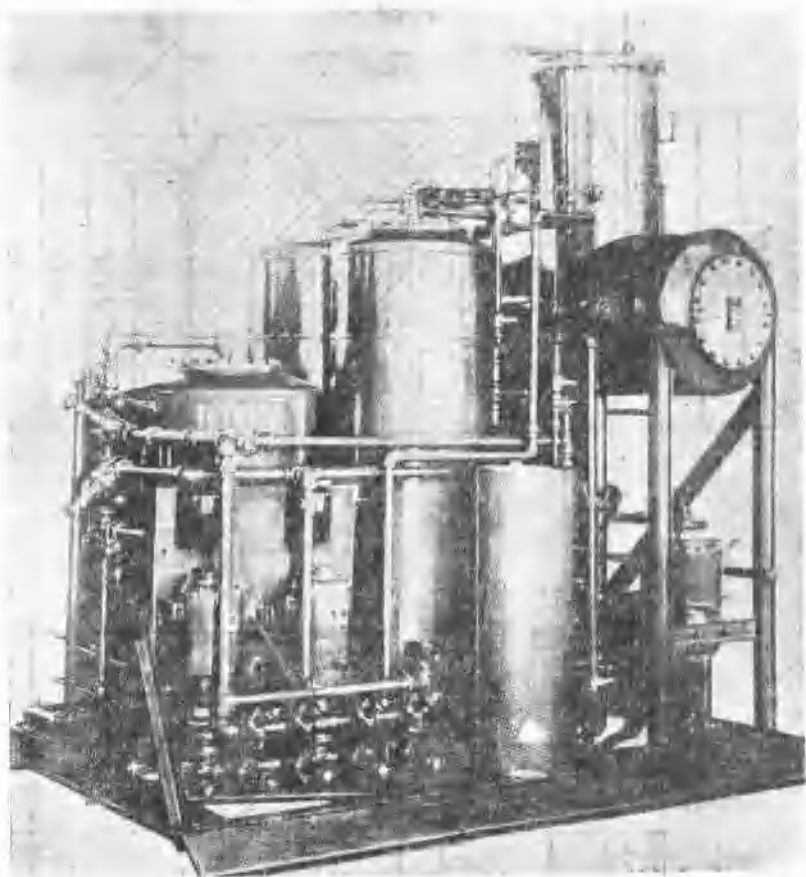


图3 Washington 公司用于 500 瓩电站的水处理装置的快装组件

过热蒸汽温度达 430°C 。实践证明，将 $D=20$ 吨/小时的锅炉（装有层燃炉膛）制成一个组件是不合适的。象这种容量的锅炉宜制成两个便于装运的组件。一个组件内装锅炉本体和尾部受热面，另一组件内装炉膛和水冷管系。

限制单组件快装锅炉蒸发量提高的一个因素是铁路的尺寸，所以快装锅炉的尺寸是有一定限度的。

锅炉最大长度约 9 米，宽 3.66~3.96 米，高 1.83~3.97 米（很少达 5.2 米的）。锅炉安装面积不超过 33~35 米²。

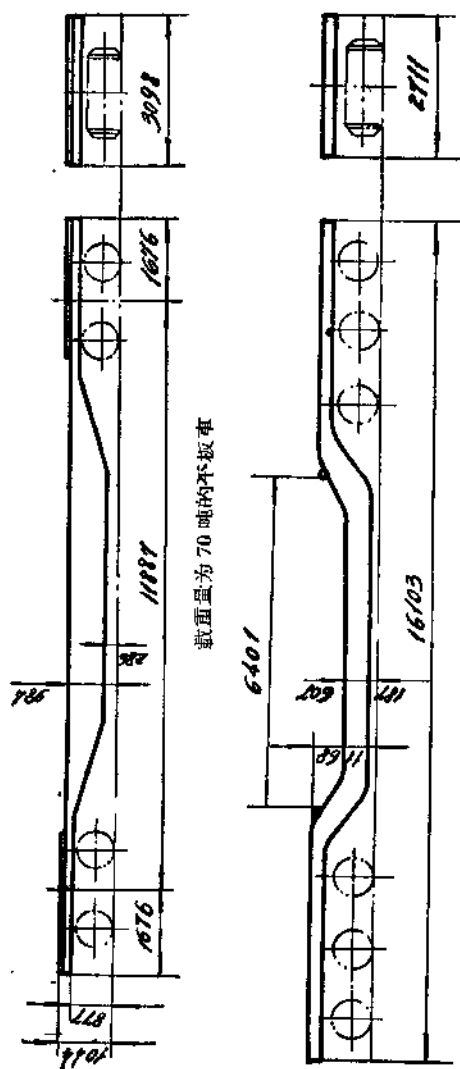
快装式锅炉用普通的铁路平板车装运，大容量锅炉则用弯底架的平板车。

图 4(a) 和 (b) 示有美国货车通过建筑物的轮廓尺寸和货车的轮廓尺寸。

美国有几条铁路上采用高度比一般尺寸大 516 毫米的轮廓尺寸。

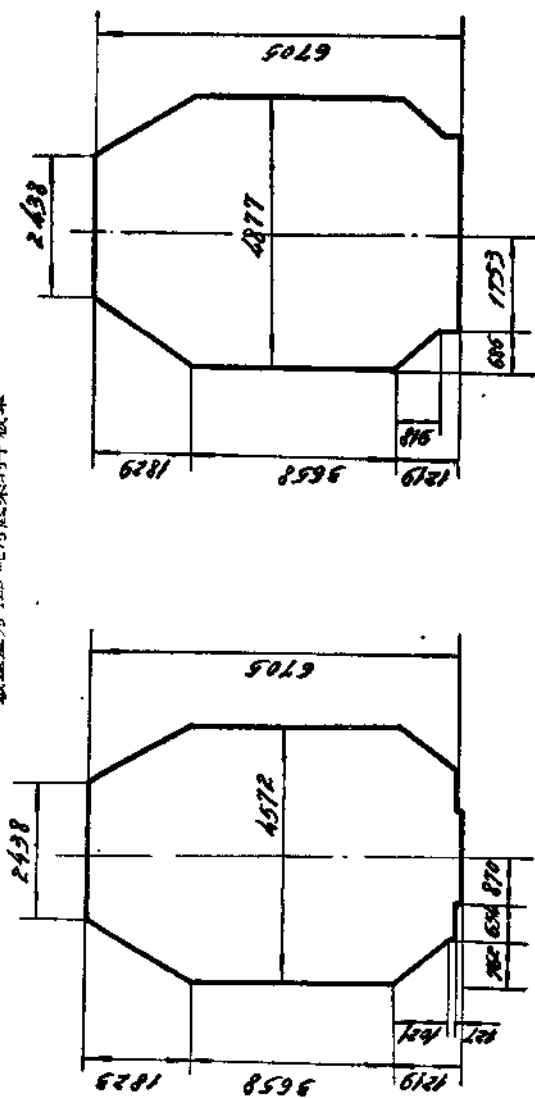
快装式锅炉系双汽包（三汽包较少），装有很发达的沸腾管束，烟气横向冲刷受热面。受热面达 370 米²，炉膛容积达 25 米³。锅炉采用自然或强制引风，而且燃用液体和气体燃料的锅炉常在正压下运行。小型锅炉大都是工业锅炉，一小部分是发电锅炉。

工业锅炉一般不装尾部受热面。个别情况下在汽包中安装隔板将部分受热面变成省煤器受热面（Riley 公司）。这些锅炉在结构布置上的区别是炉膛和受热面的相对位置、烟道数量的多寡和方向的差异（顺着汽包或横着汽包）。锅炉没有使循环恶化的复杂的联箱，有些结构



载重量为70吨的平板车

载重量为125吨底架的平板车



桥梁的标准轴距尺寸

线路的标准轴距尺寸

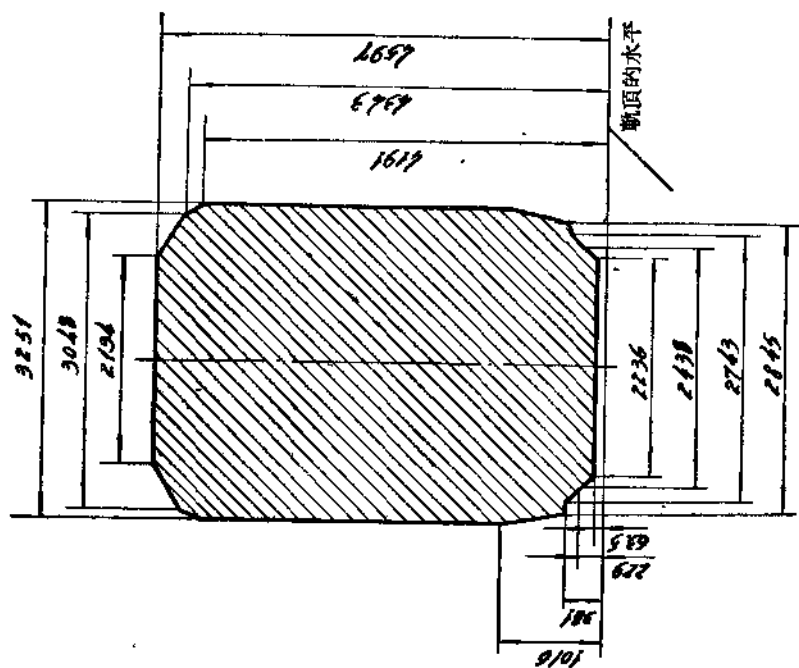


图 4(a) 美国货车通过建筑物的轴距尺寸

图 4(b) 美国货车的轴宽尺寸

中干脆不采用联箱。炉顶水冷壁和支承炉拱的水冷壁管采用不大的倾角(10° 以下)。许多锅炉采用受热的下降管。上汽包直径为 960~1,000 毫米, 下汽包为 600~800 毫米。

沸腾管用直径 38~63 毫米的管子制造, 主要是用直径 51 毫米的管子。应当指出, 几乎所有的锅炉都只装一只水位表。通常需要的第二只水位表用三只试水旋塞来代替, 这些旋塞也装在容器上和水位表平行。在容器的同一部分上还装有水位警报器。

锅炉轻型炉墙的外面包有焊接的或螺栓联接的钢板外壳(一般在侧墙上), 但一定要造得很坚固, 并能耐风雨的侵蚀和温度波动的影响。有些钢壳的结构允许锅炉在正压下燃烧。炉膛轻型炉墙上装有小节距的水冷壁管, 以资保护。大部分燃用液体和气体燃料的锅炉全盘或部分自动化。全盘自动化控制系统包括: 燃料的点火、起动、锅炉的正常运行程序和许多情况下的二次起动。

这种自动控制只在司炉人员定期值班的时候才采用。半自动控制时就需要用人工起动。当锅炉负荷变动剧烈, 且幅度甚大时, 采用半自动控制。

大部分锅炉在必要时司炉人员可以将自动控制改为手工操作。

这些锅炉在试验时(用液体燃料)所得的效率为 78~80%, 当负荷降到只占额定负荷的 45% 时, 效率变化甚微。

下面介绍快装式锅炉的结构。在介绍说明时可以采取各种不同的分类原则。可以将锅炉分为直管和弯管型。但是分析资料后, 得知直管锅炉的产量正大大缩减, 而弯管锅炉的产量却日益增加。甚至 Babcock & Wilcox 公司, 起先只生产分联箱式直管锅炉, 后来也转而生产弯管锅炉。

本章内只介绍 Springfield 公司的直管锅炉, 该公司简化了这种锅炉的结构(每四根管子一只手孔), 并加强了热交换(采用小直径的管子)。弯管锅炉可以按汽包数量或烟气路线的特性分类(垂直或水平回转)。

当然也可以按快装的程度来分类, 但这种分类法亦仅是假定的, 因为有些型式的锅炉如出力小则是快装式, 出力大则就不是快装式了。

本章主要介绍个别几个公司的快装式锅炉, 有些锅炉的结构形式各公司都相同, 就一并予以评述。

Springfield 公司

MC 型锅炉

该公司生产的 MC 型锅炉(图 5)蒸发量从 3.4 到 8 吨/小时不等(6), 计有 8 种规格(见表 3), 压力 11~22 公斤/厘米²。锅炉系分联箱式。蒸发量靠改变锅炉宽度上的段数来改变, 长度和高度保持不变。锅炉装有燃煤用的抛煤机, 但也可以燃用重油和煤气。炉膛装有后水冷壁, 该水冷壁向上伸展形成炉顶水冷壁。对流受热面制成倾斜的直管束, 和成形的联箱胀管连接。联箱上每四根管子开有一个手孔, 以供胀管和清管之用, 汽水混合物从前联箱通过炉顶管引入汽包的容汽空间。汽包直径为 1,220 毫米。

沸腾管和后水冷壁的给水由上汽包供应, 下降管部分受热。锅炉有三个烟道。

正面和侧面炉墙砌有厚约 500 毫米的砖衬, 后炉墙厚 250 毫米左右。支承钢架包以钢壳, 正面和后面炉墙上的钢板可以拆卸。

为了改善蒸汽品质, 汽包内装有挡板和多孔的集汽管。

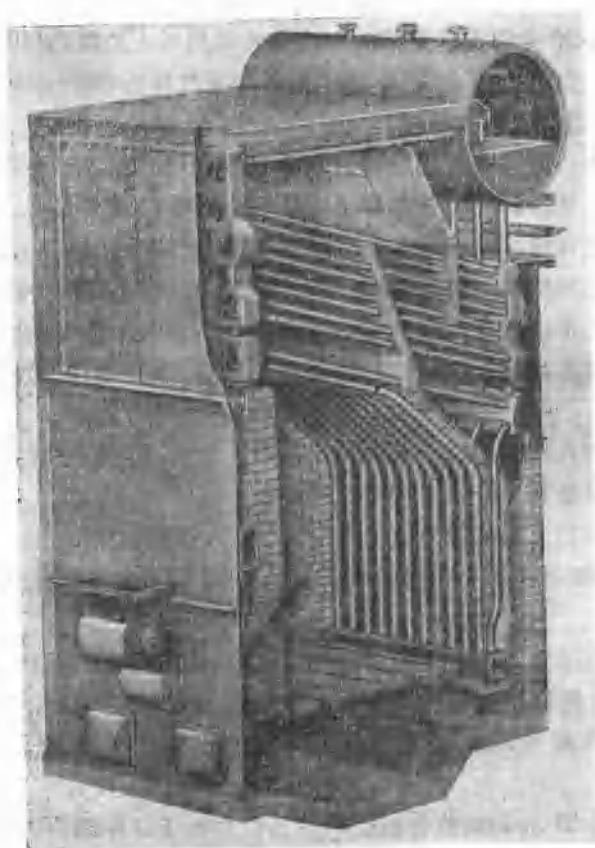


图5 Springfield 公司的
MC 型快燃式锅炉

表 3

	单 位	规 格 号							
		510	610	710	810	712	812	912	1012
蒸发量	公斤/小时	3,400	4,100	4,750	5,500	5,700	6,500	7,300	8,000
受热面	米 ²	83	100	117	133	138	158	178	198
燃煤时之爐腔容积	米 ³	7.6	9.0	10.5	12.0	13.7	15.7	17.5	19.5
燃重油和煤气时之 爐腔容积	米 ³	8.6	10.2	11.8	13.5	15.6	17.7	19.8	22.0
爐腔寬度	米 ^Φ	1,410	1,675	1,944	2,215	1,944	2,215	2,478	2,750
爐腔深度	米 ^Φ	2,390	2,390	2,390	2,390	2,918	2,918	2,918	2,918
鍋爐長度	米 ^Φ	3,646	3,646	3,646	3,646	4,230	4,230	4,230	4,230
鍋爐寬度	米 ^Φ	2,504	2,770	3,037	3,304	3,037	3,304	3,566	3,838
鍋爐高度	米 ^Φ	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900
爐排面积	米 ²	3.38	4.01	4.65	5.3	5.67	6.45	7.23	8.02
受热面 爐排面积	米 ²	24.5	25	25.2	25.6	24.3	24.5	24.6	24.7
受热面 爐排寬度	米 ²	59.0	59.5	60.2	60.0	71.0	71.5	72	72
$\frac{D}{H}$	公斤/米 ²	41	41	40.5	41	41	41	41	40.5
$\frac{D}{D}$	公斤/米 ²	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
爐排面积									

* 單位一項原文恐有誤，按數據推測應是毫米。——譯者注

图 6(a) 和 (b) 为这种锅炉的变型结构 (7)，其汽包位于锅炉正面。

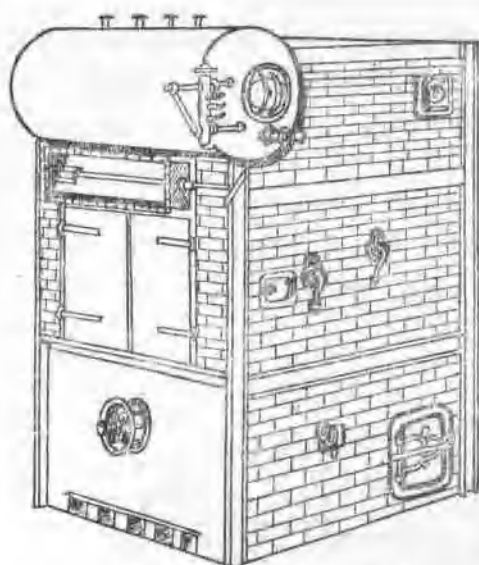


图 6(a) Springfield 公司的 M 型快装式锅炉总图

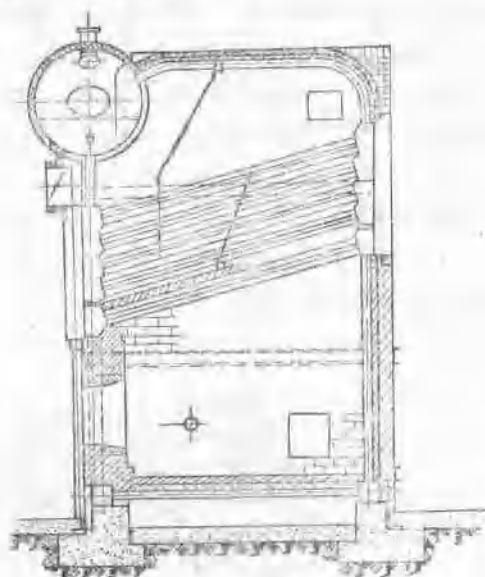


图 6(b) Springfield 公司 M 型锅炉的横剖面及纵剖面图

Erie City 公司

S 型锅炉

该公司生产 5~7 吨/小时的快装式锅炉。锅炉由一个上汽包 (图 7、8) 和两个不长的下汽包组成，这些汽包相对于炉膛作纵向布置 [8]。上汽包的前部借水冷管与两个位于炉膛两边的圆形联箱相连；后部借沸腾管束和下汽包相连。水冷壁管的联箱和下汽包呈偏心连接。面向炉膛的上汽包下部没有包绝热材料。锅炉无专门的下降管；受热较弱的管束即是锅炉的下降管。水冷壁管由下汽包供水。烟气在垂直

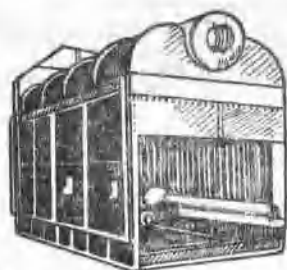


图 7 Erie City 公司的 S 型快装式锅炉总图

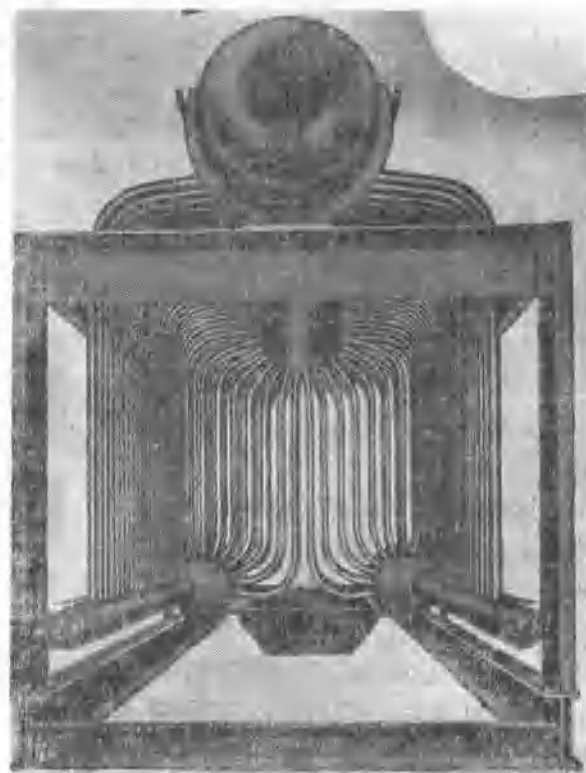


图 8 Erie City 公司 S 型锅炉的汽包及管系

平面上回转,烟气出口向上,布置在锅炉后部。管束系顺列式布置。锅炉无蒸汽过热器。上汽包前端搁在支承钢架上,该钢架同时用来支承炉墙和外壳。

下汽包和水冷壁联箱架在锅炉基础(底盘)和钢架主柱上。外壳由单张的钢板拼接而成。上汽包直径约 950 毫米,下汽包直径约 650 毫米,联箱直径约 200 毫米。水冷壁管上端和上汽包胀接,下端和联箱焊接。沸腾管两端胀接在上下汽包上。为了清理受热面的内表面,汽包上开有人孔,联箱上开有手孔。

VL 型锅炉

这种型式的快装式锅炉是双汽包的(见图 9、10),汽包呈纵向布置,炉膛敷有水冷壁,并装有大量的沸腾管束,蒸发量在 5 吨/小时以下〔9〕,锅炉能燃用煤、重油和煤气。上汽包露在炉膛中的下部,没有绝热层(图 11)。

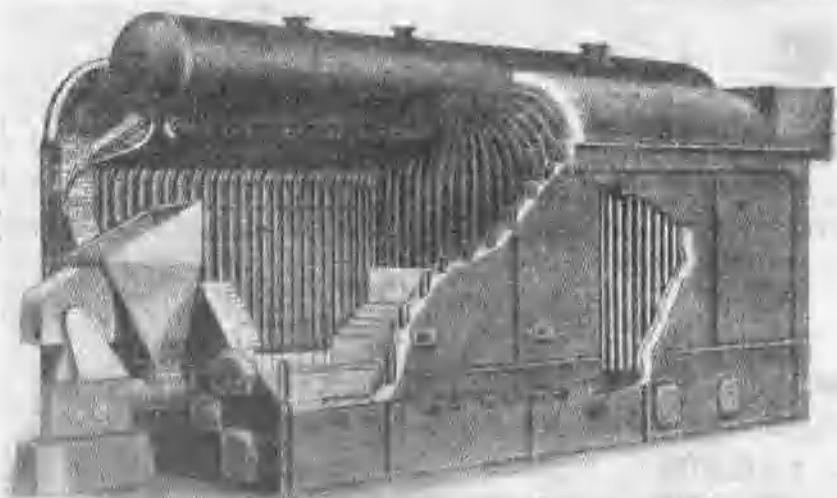


图 9 Erie City 公司的 VL 型快装式锅炉总图

烟气在垂直平面上回转,位于锅炉后部的烟气出口向上。水冷壁和沸腾管均为胀接。水冷壁下降管的直径和水冷壁管相同(1 根下降管供应 2 根水冷壁管,图 12),下降管布置在炉墙侧面,以免受热,另外,还有 2 根下降管通过锅炉的正面炉墙。

这些管子和汽包的下部相连,这样在汽包水位降低时亦能保证水冷壁管的供水。

水冷壁管联箱中对着每一根下降管的位置上开有一个手孔。联箱朝炉膛的面包有绝热层。沸腾管束的最后一排是下降管。上汽包直径为 900 毫米,下汽包直径约 750 毫米。锅炉装有轻型炉墙和外壳。正面炉墙的厚度约 500 毫米。侧墙两面绝热,厚约 120 毫米。侧墙的外壳用螺栓固定,可以拆卸。锅炉有支承上汽包的支承钢架。

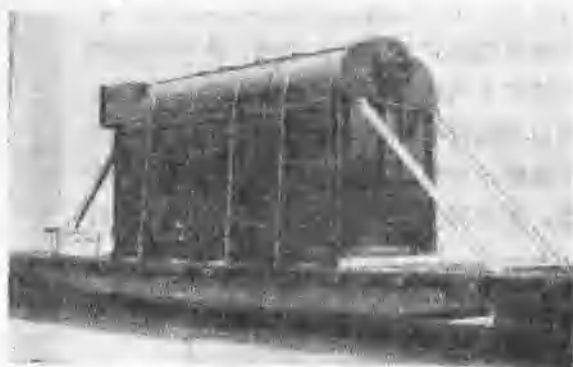


图 10 装在铁路平板车上的 VL 型新爐

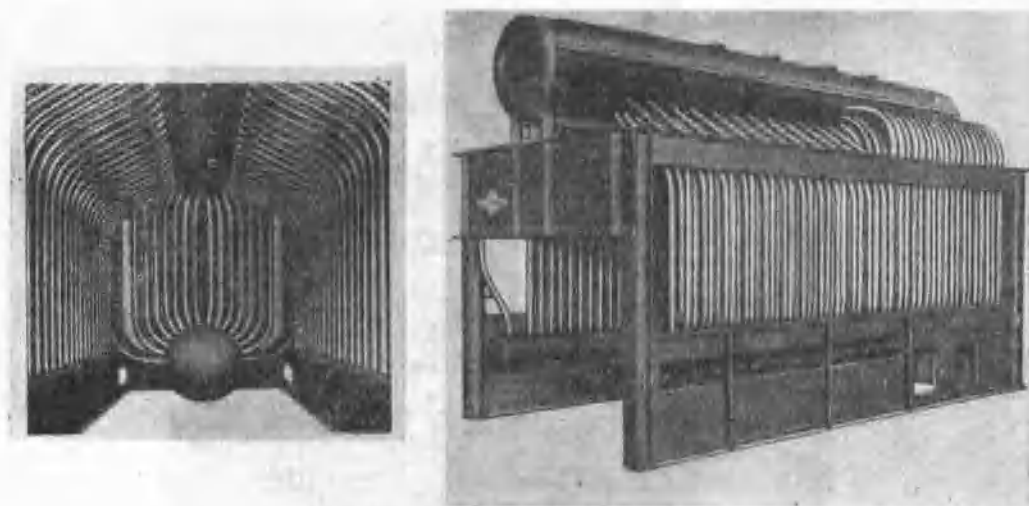


图 11 VL 型鍋爐的汽包及管子系統

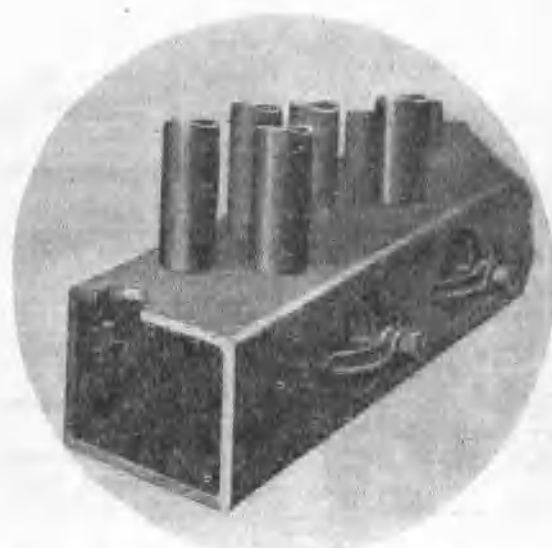


图 12 帶上升管及下降管的 VL 型鍋爐側水冷壁的联箱

Keystone 型鍋爐

生产了 13 种规格的快装式锅炉，蒸发量从 1.2 到 13 吨/小时不等，压力 11 公斤/厘米²。这些锅炉只燃用重油或煤气，或者两种燃料混合使用。

锅炉由两个纵向汽包(图 13、14)和布置在其间的许多沸腾管束组成(10、11)。炉膛位于沸腾管束内。烟气流经炉膛出口后分为两股气流，沿两边的管排流向锅炉的正面，冲刷管子的上部，然后向后折返，冲刷管子的下部(图 15)。倾斜隔墙是这样布置的：随着烟气逐渐冷却，烟道截面渐次缩小，也就是说烟气在整个锅炉中的速度是不变的，这样就减少了锅炉的烟道阻力。

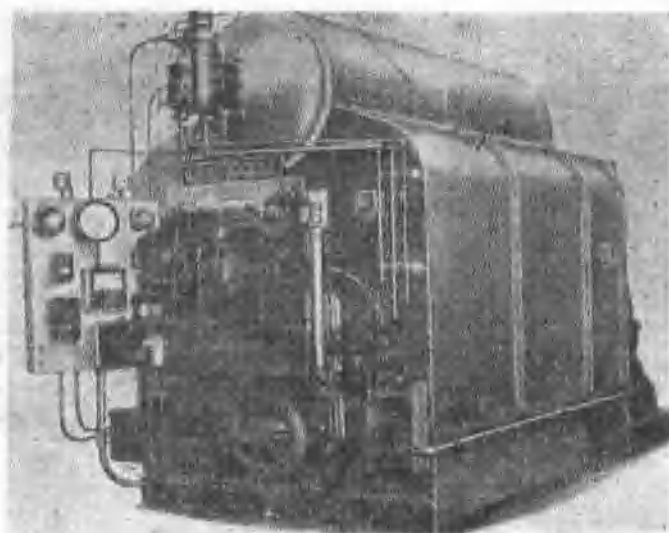


图 13 Erie City 公司 Keystone 型纳快装式锅爐总图

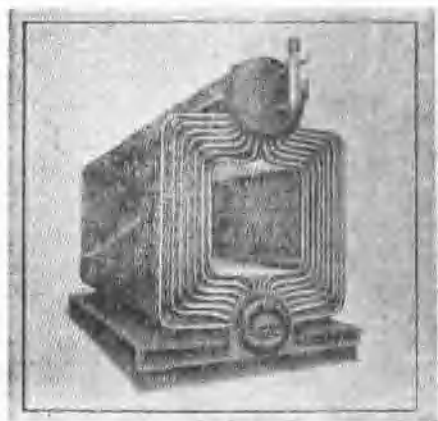


图 14 Keystone 型鍋爐的汽包及管系

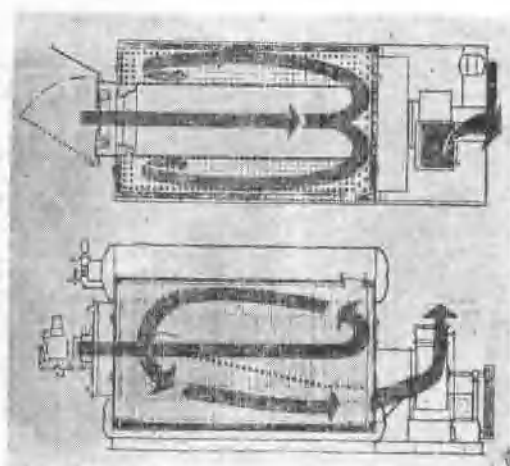


图 15 Keystone 型鍋爐的縱剖面及平面图

管子作廊列式排列，直径 38 毫米，对流管束受烟气的横向冲刷。管子在进入汽包处有较长的水平段。为了防止这些水平段过热，炉顶及炉底铺有绝热板。

根据该公司的资料，锅炉每 1 米^2 的受热面在一小时内可产生 34 公斤的蒸汽。

上汽包直径约 950 毫米，下汽包约 650 毫米。锅炉连一只联箱也不装。炉墙采用轻型结构(图 16)。侧墙上的钢制外壳做成可拆卸式的，以便于检修沸腾管束。锅炉没有支承钢架，而是借下汽包架在底盘上的，引风机也装在该底盘上，位于锅炉后面。安装时不需要专门的基础。炉前装有测量仪表盘。锅炉操作系自动化的。

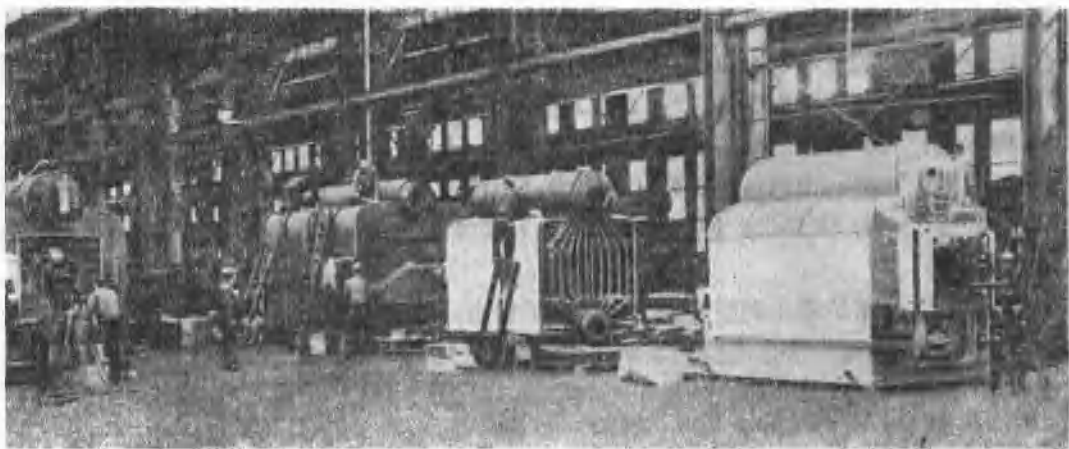


图 16 在制造厂安装 Keystone 型锅爐的爐筒及鑽磨

Edge Moor 公司

Edge Moor 公司生产蒸发量为 5.4 吨/小时的锅炉，压力 22 表压，过热温度 375°C ，供 500 瓩电站配套之用。锅炉装有翻转炉排和抛煤机(图 17)。

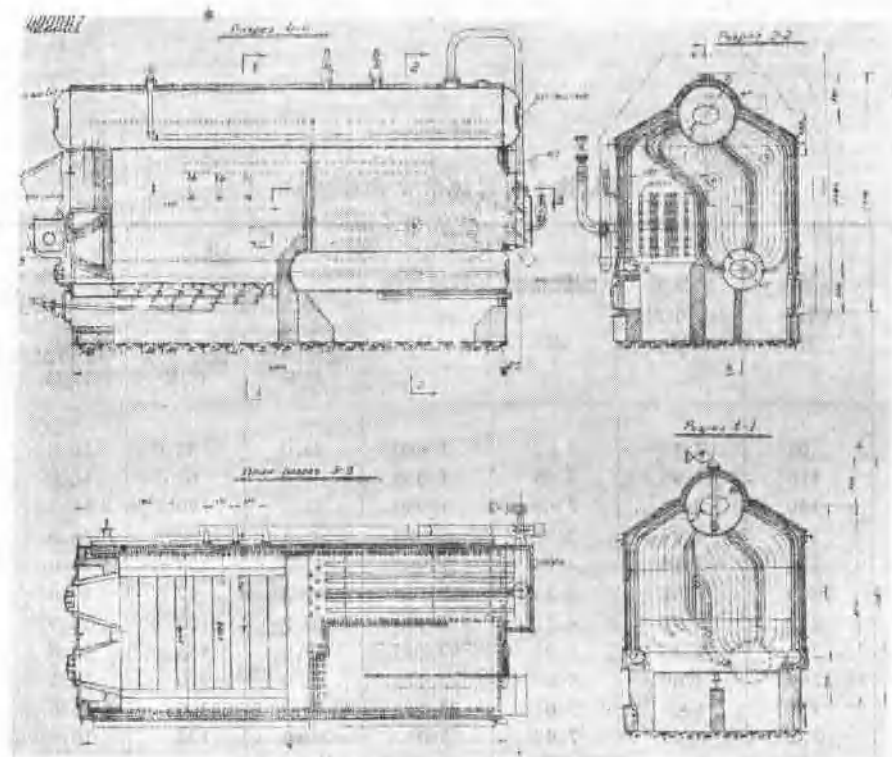


图 17 Edge Moor 公司的快装式鍋爐
 $D=5.4$ 吨/小时, $P=22$ 表压, $t_{\text{过热}}=375^{\circ}\text{C}$

按其结构是双汽包，纵向布置，装有水冷炉膛、沸腾管束和过热器。烟气在水平面上回转(顺着汽包)，炉膛烟气出口偏在一边。管束受烟气横向冲刷，过热器是纵向冲刷。水冷管及沸腾管束的总受热面为 204 米²，过热器受热面为 23 米²。锅炉有三个烟道。

侧水冷管的下端和直径 200 毫米的联箱焊接，上端和上汽包胀接。后水冷管和沸腾管束与上下两汽包胀接。上汽包直径为 914 毫米，下汽包直径为 610 毫米。水冷管、沸腾管和过热器管的直径均为 51 毫米。过热器系卧式，带 2 个联箱，装在第一烟道内后水冷壁两排管子的后面。

锅炉装有轻型炉墙和钢制外壳。侧墙的炉衬由一厚 51 毫米的耐火砖层、厚 51 毫米的高温绝热层和厚 25 毫米的低温绝热层所组成。

锅炉装有飞灰回收、高速鼓风和吹灰装置。轮廓尺寸是：长 6.7 米，宽 2.68 米，高 4.0 米。

Keller 公司的快装式锅炉

Keller 公司生产蒸发量为 1.6 到 7.8 吨/小时的快装式锅炉。锅炉下部装有翻转炉排和抛煤机。

表 4 列有这些锅炉的结构数据。

该公司既生产工业锅炉也生产发电锅炉。发电锅炉的水冷壁后装有过热器。图 18 系 5.4 吨/小时的锅炉(22 表压，过热温度 375℃)，供 500 瓩电站配套用。

表 4 Keller 公司快装式水管锅炉

美制鍋 爐馬力 HP	受熱面 (米 ²) H	蒸發量 (吨/小时) D	爐排面積 R	爐排寬度 B	比 值			
					鍋 爐 受 熱 面		鍋 爐 蒸 發 量	
					爐排面積 H/R	爐排寬度 H/B	受熱面 D/H	爐排面積 D/R
100	93	1.57	2.82	1.680	33.0	55.0	16.8	0.555
125	116	1.96	3.35	1.830	34.6	63.5	16.9	0.585
150	140	2.34	3.68	1.980	40.8	70.7	16.7	0.635
175	163	2.74	3.92	1.980	41.5	82.5	16.8	0.7
200	186	3.13	4.24	1.980	43.0	94.0	16.8	0.74
225	209	3.68	4.24	2.140	49.3	97.5	17.6	0.87
250	232	3.91	4.58	2.140	50.7	108	16.9	0.86
275	256	4.30	5.22	2.440	49.0	105	16.8	0.825
300	269	4.69	5.6	2.440	48.0	110	17.5	0.84
350	324	5.43	7.0	3.05	46.3	106	16.8	0.78
400	372	6.25	7.45	3.05	50.0	122	16.8	0.84
450	418	7.03	7.9	3.050	52.8	137	16.8	0.89
500	465	7.82	8.35	3.050	55.5	153	16.8	0.935