

110250

7k 229.3
2323

卧式快装锅炉安装、 运行和检修

上海经济区工业锅炉联营公司 组织编写
上海市南汇县劳动局

李仁华 严宝康 周福根 黄楠编著

内 容 提 要

本书的编写以实用为主,从卧式快装锅炉的发展历史谈起,详细地讲解了卧式快装锅炉的结构变革和目前国内生产的不同型号卧式快装锅炉及其辅机、附件构造,对卧式快装锅炉的安装、运行、检修作了必要的叙述。

本书可供从事卧式快装锅炉制造、安装、使用、修理、检验单位的管理干部和锅炉运行工、安装工、修理工参考和作培训教材。

各制造厂也可将本书作为用户服务的技术资料。



卧式快装锅炉安装、运行和检修

上海经济区工业锅炉联营公司 组织编写
上海市南汇县劳动局

李仁华 严宝忠 周炳根 黄楠编著

责任编辑:张伟

劳动人事出版社出版

(北京市和平里中街12号)

国防工业出版社印刷厂印

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 1/32开本 12.25印张 304千字

1989年4月北京第1版 1989年4月北京第1次印刷

印数:38 000册

ISBN 7-5045-0339-8/TK·009 定价:4.25元

前 言

卧式快装锅炉是上海经济区工业锅炉联营公司的一个主导产品，在公司所属的42个专业生产工业锅炉的成员厂中，绝大部分成员厂都生产这种型号的锅炉，据统计该公司在1987年共生产了卧式快装锅炉4268台，蒸发量达15013蒸吨。

卧式快装锅炉的炉型于1965年问世，由原上海中建锅炉厂（现改为上海工业锅炉厂）试制成功，至今已有23年的制造历史。随着产品的发展，锅炉的辅机设备日趋完善，燃烧方式从开始的手烧炉发展为目前的链条炉，锅炉的蒸发量从0.5吨/时至10吨/时，朝系列化方向发展。

这种锅炉安装简单，基建投资较低，是深受用户欢迎的适销对路产品。而且制造工艺又比较简单，因此不仅在上海经济区工业锅炉联营公司所属的大部分成员厂中作为主导产品，也是全国各省市锅炉制造厂的主导产品，据不完全统计，全国已有145家锅炉厂生产这种卧式快装锅炉，1987年全国生产快装锅炉产量已占锅炉总产量的68.7%，成为目前工业锅炉的主要品种之一。

由于卧式快装锅炉已成为量大面广的炉型，在当前能源紧张，节能工作日益重要的情况下，对如何安装、使用、检修这种锅炉已成为一个非常迫切的课题了，很多使用快装锅炉单位迫切要求有关部门编写一本快装锅炉的技术辅导读本，以能满足广大锅炉管理干部和司炉工、锅炉安装修理工人的需要，为此上海经济区工业锅炉联营公司从更好地为用户服务的前提出发，会同上海市南汇县劳动局合编本书。

本书由公司副总经理李仁华工程师主持编写工作，《锅炉压力容器安全技术》编辑部副主编南汇县劳动局严宝康工程师主编，特邀上海市劳动局周初根工程师和锅炉联营公司维修分公司黄楠同志参加编写工作，全书共分七章，具体的分工是：第一、二、三章（李仁华，黄楠）；第四章（周初根）；第五章（严宝康）；第六章（严宝康、黄楠）；第七章（黄楠）；全书的编审定稿由严宝康完成。

本书在编写过程中参考了各锅炉制造厂的技术资料，并考虑了近年来对卧式快装锅炉的设计及辅机部分进行多次改进和完善，不仅早期的雏形与今天的现状有较大区别，而且同一蒸发量的卧式快装锅炉由于制造单位的不同，其结构形式也不完全相同，故本书将经过改进、完善的新炉型也作了简单介绍，以满足不同用户的需求。

本书的初稿于1982年由《锅炉压力容器安全技术》编辑部内部发行，在全国二十多个省市试用，在试用过程中，得到广大读者的肯定和赞扬，也指出了存在的缺点和不足，这次在劳动人事出版社的支持下，对初稿重新修改充实新的内容，并正式出版。

由于水平有限，书中如有谬误，望同行和广大读者不吝指正。

编 者

1988年4月于上海

目 录

第一章 卧式快装锅炉发展历史

第一节 概述	1
第二节 卧式快装锅炉结构的变革	4
第三节 改进型卧式快装锅炉	7

第二章 锅炉结构

第一节 锅炉本体结构	15
第二节 锅炉的燃烧设备	24

第三章 锅炉辅机和附件的结构

第一节 锅炉辅机	37
第二节 锅炉附件	46

第四章 锅炉安装工艺

第一节 安装前的准备工作	53
第二节 设备清点验收	55
第三节 基础的复验和放线	57
第四节 锅炉本体就位和找正	60
第五节 锅炉辅机及附属设备的安装	67
第六节 锅炉汽水管道和阀门及安全附件的安装	77

第五章 锅炉运行和保养

第一节 运行前的检查	88
第二节 正常运行和停炉保养	89
第三节 锅炉的事故与处理	93
第四节 烘炉和煮炉	99
第五节 水质标准和水处理设备的运行	101
第六节 水垢对锅炉的危害及除垢方法	105

第六章 锅炉检验

第一节 锅炉出厂检验的内容和要求	109
第二节 在用锅炉检验的内容和要求	121

第七章 锅炉的常见故障和维修

第一节 本体的常见故障和维修	128
第二节 燃烧设备的常见故障和维修	148
第三节 锅炉辅机和附件的常见故障和维修	165
第四节 炉墙、保温层损坏与维修	178

编后语

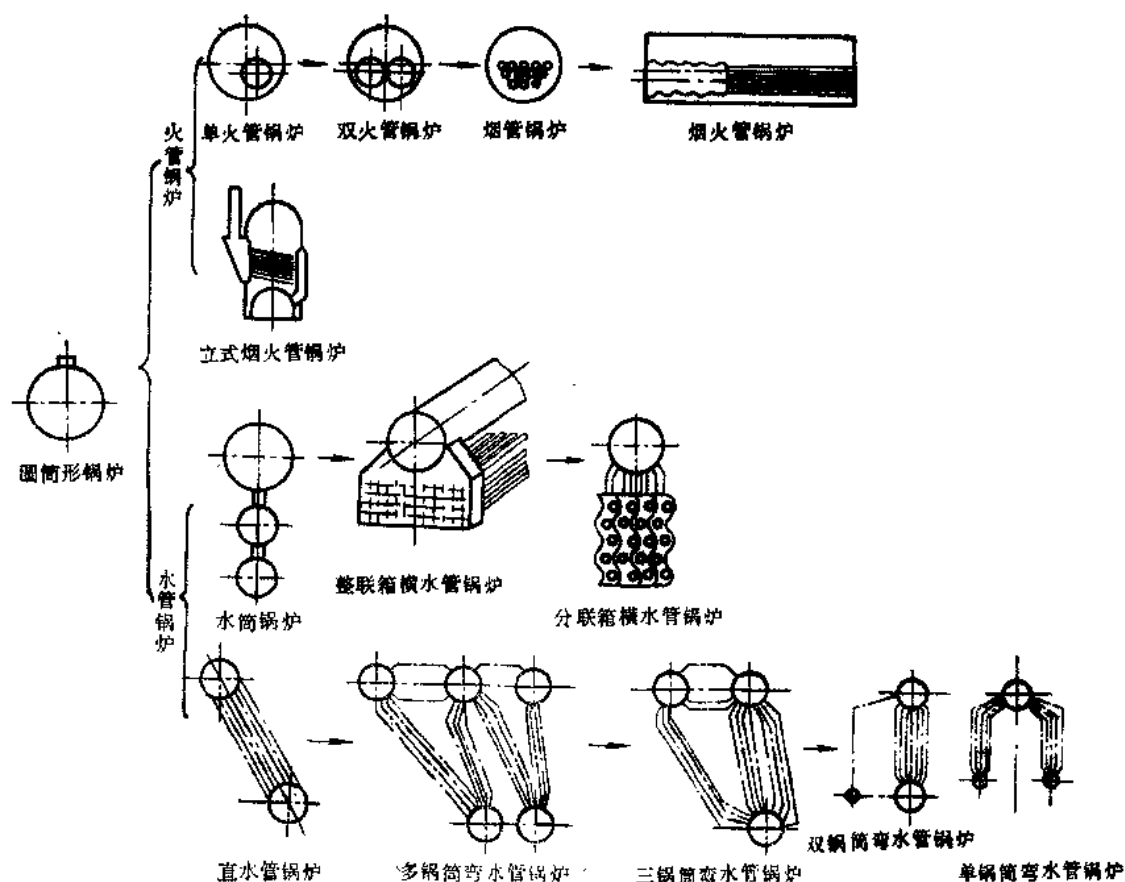
附录一、使用卧式快装锅炉的“四严”要求

附录二、上海经济区工业锅炉联营公司简介

第一章 卧式快装锅炉发展历史

第一节 概 述

锅炉设备随着工业生产发展的需要,17世纪中期开始问世。第一台试验用的锅炉,还是用铜制造的。外形象个圆球,承压仅 $0.1\sim 0.2$ 千克力/厘米²。至17世纪末期,出现了圆筒形锅炉。但随着生产力的不断发展,要求锅炉的容量增大及压力增高。于是在圆筒形锅炉的基础上,从增加其外部和内部受热面这两个方向着手,进行了一系列的改革(见图1-1)。



一、火管锅炉

为了增加圆筒形锅炉的内部受热面,就在圆筒中布置火管和烟管,让高温烟气在火管和

烟管中流动，通过管壁，把热量传递给圆筒中的水介质，使其升温 and 蒸发，产生蒸汽。

圆筒形锅炉的内部有一个火管，就叫单炉胆火管锅炉，也就是所谓的“康尼许”锅炉。有二个火管，就叫双炉胆锅炉，也就是所谓的“兰开夏”锅炉。这些类型的锅炉，燃烧设备就布置在炉胆中。由于受炉胆尺寸的限制，所以炉膛就显得矮小，燃烧条件恶劣，只能燃用优质煤。再加上受热面布置不合理，不能充分换热，排烟损失就很大，所以锅炉的热效率仅5%左右。再加上圆筒外壳及炉胆的直径不宜做得太大，所以锅炉的容量及压力也受到限制，一般都小于1吨/时和16千克力/厘米²。

火管锅炉进一步发展，就成为烟管锅炉，既用较多的小直径的管子（即烟管）来代替火管，这样就增加了受热面，提高了换热效果。燃烧设备的布置采取二种方式：一种是从炉胆中拿出来，布置在炉筒的外部，既成为单纯的烟管锅炉；另一种仍然保留炉胆，而是在炉胆的尾部，用烟管来代替，燃烧设备仍然布置在炉胆中，这就是所谓的烟火管锅炉。把烟火管锅炉作立式布置，就成为立式的烟火管锅炉。所谓的“康克令”锅炉就是其中的一种。

火管锅炉沿用至今，仍然在上述的基形中进行改革和探索。卧式快装锅炉也就是在这种型式的锅炉基础上发展起来的。

二、水管锅炉

圆筒形锅炉从外部来增加受热面，就发展成为水管锅炉。

外部增加受热面的方法，最初是增加锅筒的数目。接着是把锅筒缩小直径，直至用管子来代替锅筒，这样就出现了水管锅炉。水管炉中，汽水在管中流动，烟气在管外冲刷，换热效果大大提高，这对锅炉的发展带来了一个飞跃，有效的提高锅炉的出力和效率，同样容量下，金属耗量比火管锅炉也大大下降。

根据水管的布置形式，水管锅炉可分为竖水管锅炉和横水管锅炉二种。

横水管锅炉的水管接近于水平布置。二端用联箱来连接。如常见的“拔伯克”锅炉就是其中的一种。它采用波浪形的分联箱结构。这种锅炉为了修理和维护保养的需要，在联箱上要开很多的手孔，所以目前使用较少。

竖水管锅炉是目前使用最广泛的一种锅炉型式，它问世于十九世纪初。它的结构型式是在锅筒之间或锅筒与集箱之间，用很多直的或弯的水管进行连接，组成受热面。随着对锅炉传热理论的认识与深化，认识到辐射换热要比对流换热强烈得多，因此水管锅炉在布置时，就从增加炉膛中的辐射受热面着手，合理地来分配受热面的比例，适当的减少对流排管和锅筒的数量。目前，单锅筒和双锅筒已成为水管锅炉的主要炉型了。

三、水火管卧式快装锅炉

综上所述，火管锅炉虽然钢耗大，效率大，但亦有它的优点，如：锅筒大，水容量大，相应的汽容量也大。对负荷波动较大的各类工矿企业来说，它的负荷适应性较好。另外由于高温烟气在烟管中流动，因此，对保温的要求较低，易于布置成快装形式。所以，在目前各工矿企业中使用仍较普遍。

六十年代初，国务院提出要节约能源，革煤老虎的命。由于这些火管锅炉的效率都在50%左右，所以都面临着一个如何改造的问题。当时，上海工业锅炉厂（又名红旗锅炉厂、中建锅炉厂）就在卧式外燃回火管锅炉（WWG型）的基础上，吸收了水背式船舶锅炉的尾部结构型式，和水管锅炉水汽壁管的结构型式，自行设计制造了我国第一台卧式水火管混合式快装锅炉（图1-2）。

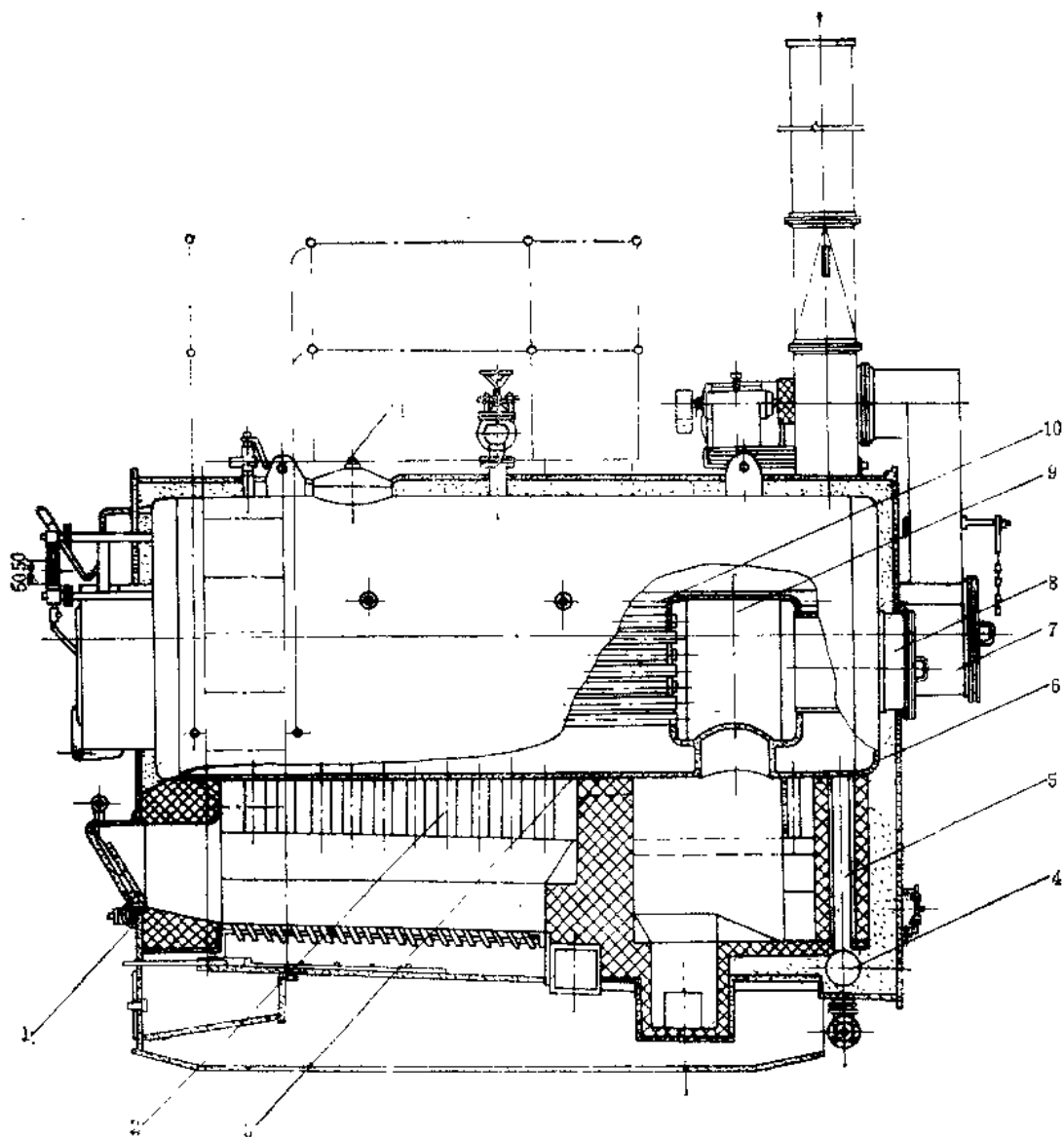


图 1-2 KZG2—8型锅炉

1—水冷壁联箱；2—水冷壁管；3—锅壳；4—下集箱；
5—下降管；6—后封头；7—后烟箱；8—清灰孔；9—燃烧室；
10—火管；11—人孔

第一台快装炉于1966年初问世，安装在上海太平洋被单厂，容量为2吨/时，工作压力为8千克力/厘米²。采用手烧型式，蝴蝶炉排。经测定，热效率为78%。这样就为该型锅炉的制造，提供了一个极好的途径。在设计人员和生产工人的共同努力下，很快的发展为一个系列。其容量有：1吨/时、1.25吨/时、1.5吨/时、2吨/时、4吨/时。压力参数有8千克力/厘米²和13千克力/厘米²二种。燃烧型式也从手烧的，发展为链条炉排、推动炉排等燃烧方式的。在六十年代末的锅炉革命中，卧式快装锅炉很快的替代了康尼许、兰开夏、康克令等老

式锅炉。成为我国的主要工业锅炉型之一。

第二节 卧式快装锅炉结构的变革

卧式快装锅炉,是一种三回程的水火管混合式锅炉。炉膛两侧布置了水冷壁管与锅筒下部一起构成了辐射受热面。在锅筒内部布置了二束对流管束。当燃料煤斗进入炉排后,进行燃烧。高温烟气对锅筒下部和两侧水冷壁管进行辐射放热,然后通过后拱上部进入锅筒内的第一束火管,进入前烟箱,再折回到第二束火管,然后进入省煤器、除尘器、通过引风机抽引,进入烟道排向大气。

燃烧型式主要采用轻型链条炉排,但前期也曾用过手烧炉排。目前尚有部分制造厂,根据用户的特殊需要,经当地劳动部门及环保部门同意,还在生产少量手烧炉供应市场。现在也有配用推动炉排和下饲式炉排等燃烧型式的。

卧式快装锅炉的发展经历了四个阶段

第一阶段——KZG I 型手烧炉阶段(见图1-2)。

开始生产的快装锅炉为手烧锅炉品种有KZG1—8、KZG4—8、KZG4—13等。当时主要是替代低效的“煤老虎”锅炉。但蒸发量大于1吨/时的锅炉,由于手工燃烧,操作人员负劳动强度大,烟气黑度高,烟尘浓度大,不能满足环境保护的要求。

第二阶段——KZL I 型链条炉排锅炉。

KZL I 型锅炉结构特点是,其本体与KZG手烧炉的本体一样,燃烧设备改用轻型链条炉排,实现机械燃烧。本体结构中,水冷壁管采用鳍片式水冷壁,组成膜式水冷壁、锅筒内部采用小烟室结构。炉膛出口烟气,通过小烟室进入第二回程,既第一束火管,流向前烟箱。这样锅筒的尾部是水背结构,有利于保温。这一阶段的炉型,通过实际运行遇到了二个问题。

第一个问题是鳍片式水冷壁管容易烧坏。

I 型锅炉的水冷壁管采用全焊型鳍片管[见图1-3(1)],鳍片尺寸为 80×8 ,鳍片太宽,再加上鳍片与管子焊接的工艺不够稳定,根部焊透度不良,因此鳍片中心的热量,得不到充分的冷却,首先产生裂缝,然后逐步延伸扩大。另外鳍片受热膨胀量与管子的膨胀量不同,就导致管子撕裂,引起漏水现象,后来曾把焊型改为双翼式[见图1-3(2)],在水管两侧焊上 35×8 的扁钢作为鳍片。但由于上述同样的原因,管子仍然被撕裂。再加上制造工作量大,质量难以保证,不宜批量生产。

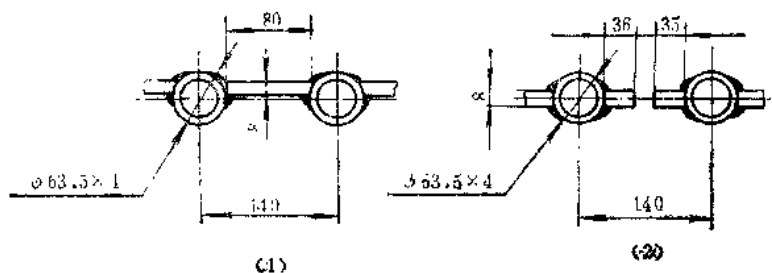


图 1-3 鳍片管

第二个问题是小烟室下接管产生裂缝，并延伸到锅筒上，造成锅筒开裂漏水。究其原因有三个：

1. 下接管与锅筒采用双面角焊型式（见图1-4），由缝由于结构原因，有些部位很难施焊。因此当角焊缝焊接质量不佳时，传热工况恶化，造成端部过烧开裂。

2. 下接管伸出长度 H （见图1-4）未得到严格控制，按设计要求 $H=12$ 毫米，但由于制造时对伸出长度的重要性认识不足，往往伸出过长。经查有的伸出长度竟达30~50毫米，端部容易过烧。再加上下接管端面通过气割下料后，表面凹凸不平，制造中未能很好的磨光，消除裂源缺陷。

3. 锅筒后部污泥沉积，传热工况恶劣。接管端部得不到充分的冷却，也易造成开裂。

针对这些问题，上海工业锅炉厂采取了一系列的措施来加以改造完善。对鳍片式水冷壁管宽度从35改为25毫米，后来又改为光管水冷壁。小烟室下接管的角焊结构改为对接结构，采用板边圈形式（见图1-5）基本上解决了过烧开裂的问题。

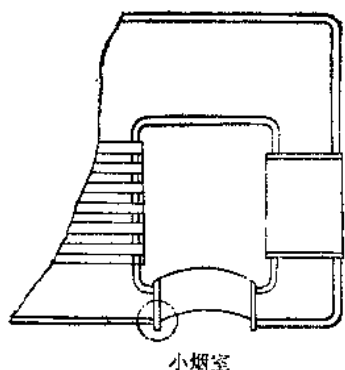


图 1-4 双面角焊型示意图

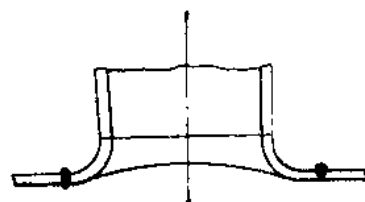
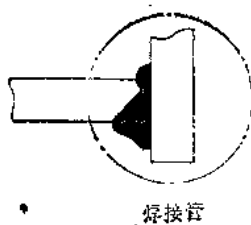


图 1-5 板边圈型式

尽管制造厂对结构上作了改进，但由于制造工艺不够稳定，质量检验不够严格，因此过烧开裂等现象还是时有发生。

第三阶段——KZL II型链条炉排锅炉

II型锅炉的结构特点是：取消鳍片式水冷壁管，改用出排式光管水冷壁管（见图1-6）。水冷壁管的管孔向准为70毫米，管子直径为63.5毫米，管向外部用成型的耐火砖覆盖，以防轻型保温材料被火焰烧毁，使炉外壁温猛增。另外取消小烟室结构，尾部改用后棚管加后隔墙的结构。

II型锅炉的结构型式，虽然解决了I型锅炉的弊病，但随之而来的是后隔墙烟气短络的问题，由于耐火材料与钢材的热胀冷缩性能不一致，因此运行一段时间后，在后隔墙与后音板之间就产生了一条缝隙。二回程的高温烟气，通过缝隙短络到三回程的出口，直接进入省煤器。这样，不仅降低了锅炉的热效率，而且使排烟织度提高，烧坏引风机，造成停炉事故。而且后隔墙在运输过程中，也容易倒塌损坏。

第四阶段——高效节能的完善型链条炉排锅炉。

卧式快装锅炉，从问世到现在已有20多年的历史。尽管在炉型结构上作了较大的变化，但目前各制造厂生产和社会上使用的快装锅炉，基本上还是七十年代定型的产品，暴露出了

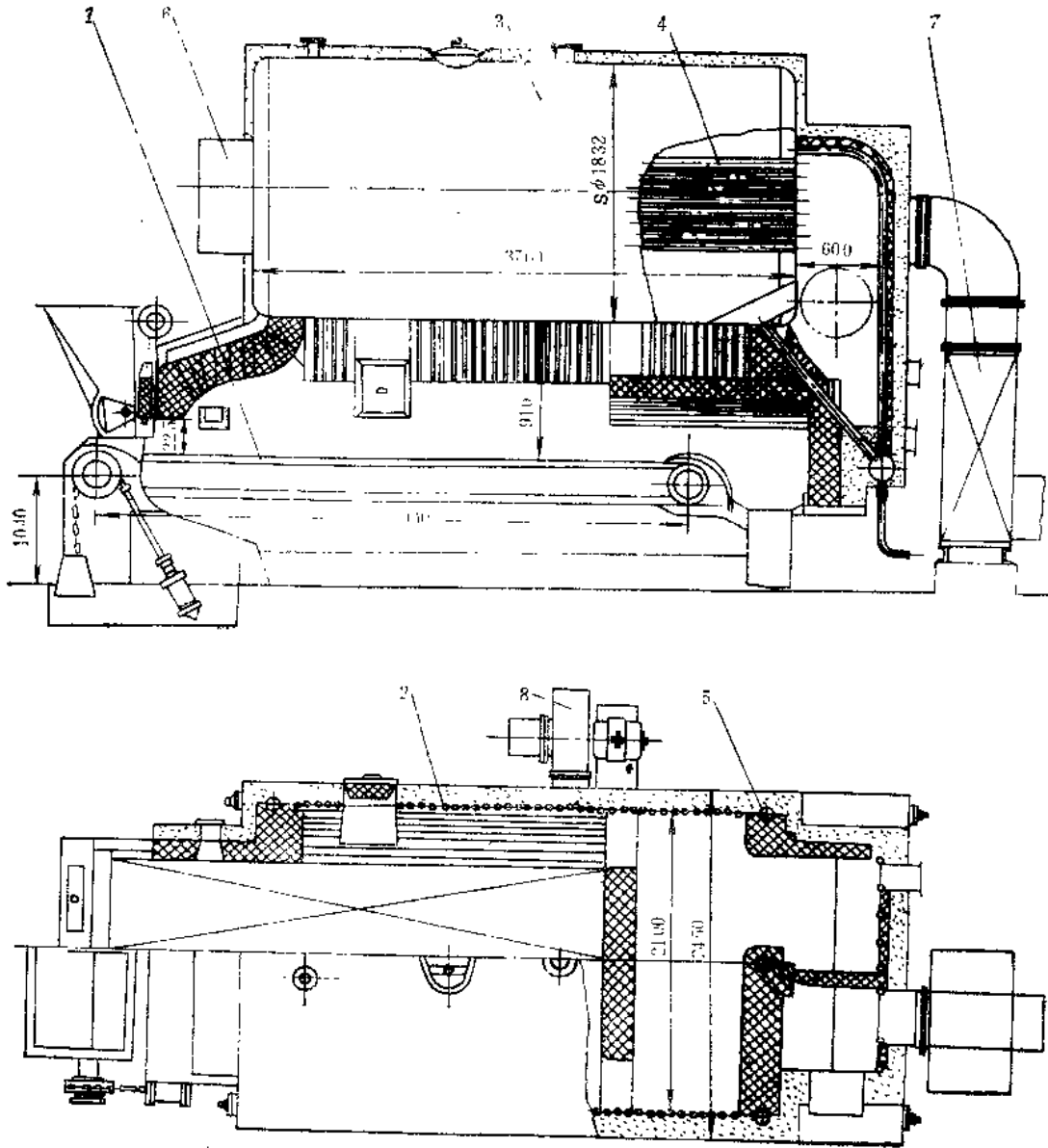


图 2-6 KZL 4-13型锅炉构造简图

- 1—炉排；2—水冷壁；3—炉膛；4—烟管；
5—下降管；6—前烟箱；7—铸铁省煤器；
8—送风机

不少的问题。主要有：锅炉出力不足；实际运行热效率很低；煤种适应性差；部分结构可靠性不够及总体布置和影响性能的参数不够合理等弊病。针对这一情况，1985年9月原机械工业部向上海工业锅炉厂和上海工业锅炉研究所下达了快装锅炉完善化的课题。要求以多年来的设计制造经验，科技攻关成果，吸收全国的改炉经验，对现有仍在大批量生产的快装锅炉（以4吨/时为基础），先在制造厂内进行改造完善，并要求以尽量少的工艺工装变动，又不影响制造厂正常的组织生产，在较短的时间内，将完善化的4吨/时卧式快装锅炉，来替代原

有的产品，以便尽快吸收到更显著的节能效果。

上海工业锅炉厂根据部局的指示，以老型号——KZL4—13AⅡ，图号为44043为基础，进行完善化设计，型号为DZL4—13AⅡ，图号为44043。并于85年底通过完善化课题评价，86年，完善化锅炉运行一年后，经上海工业锅炉研究所复测，热效率达81.8%。各项完善化措施已达到预期的设计要求，目前已列为全国推广节能产品。

第三节 改进型卧式快装锅炉

一、上海产的完善化4吨/时卧式快装锅炉

4吨/时卧式快装锅炉完善化的主要内容是：

(一) 扩大煤种适应性，保证锅炉出力，提高实际运行热效率

1. 增加锅炉本体受热面积

原锅炉的本体受热面积虽称有103米²，但经核算实际仅为97米²，用户普遍反映锅炉出力偏紧，特别当燃料变化时，或经长期运行后，在锅炉内结有少量水垢，锅外结有垢时，则更感到锅炉出力不足，完善化锅炉在保持原锅筒尺寸不变（既由内径为 $\phi 1800$ 、壁厚16、长度3720）前提下，烟管由原 $\phi 70$ 改为 $\phi 63.5$ ，与水冷壁管规格统一，烟管经重新排列后，使本体受热面积增加到105米²。铸铁省煤器管由原来的40支增加到50支。受热面积由27.8米²增加到34.75米²，使排烟温度由原来的190℃以上下降到170℃。

2. 增加链条炉排面积

原炉排面积为4.55米²。当时七十年代初的设计根据为发热值 >4500 千卡/公斤以上的优质烟煤，并参考了国外推荐的链条炉排面积热强度 $900\sim 1000$ 千卡/米²的数值，但近年来国内的煤质较差，发热值在 4500 千卡/公斤的占多数，另外国外对链条炉排的面积热强度推荐数值也有下降的趋势。结合锅炉的实际运行工况，完善化锅炉的选用炉排的面积提高到5.4米²，以保证锅炉的出力，扩大对煤种的适应性，增加燃料在炉排上的燃烧时局，进一步降低炉渣含碳量，提高锅炉热效率。

3. 改进链条炉排结构

(1) 被动炉排片的厚度由原12.5毫米增至16毫米。提高了炉排片的强度，有效地减少炉排片的断裂。并且使炉排的截面通风率下降为7%左右，不仅有利于提高一次风的风速，而且也有利于减少炉排的漏煤损失，原锅炉4.55米²面积的炉排总重量为3503公斤，而完善化锅炉5.4米²面积的炉排总重量仅为3668公斤，炉排面积增加了19%，而重量仅增加4%。取得了良好的收效。

(2) 原锅炉侧密封块间隙较大，漏风比较严重，在燃用发热值较高的燃料时，易于烧损。完善化锅炉的改进了侧密封块结构，并增加了风冷面积，在侧密封块间浇注高温密封涂料，从而减少了炉排二侧的漏风。

(3) 原炉排下面分风室结构比较简单，尤其是炉排下横向隔风板密封性较差，相邻二风室之间串风严重，无法达到理想的调风效果。完善化锅炉中，横向隔风板下加设耐磨密封拖板，使两室间的串风率由原来的50~60%下降到30~40%，较好的改善了调风效果。

(4) 正常燃烧时，炉排末端，应留有适当长度的燃烧段，以减少炉渣含碳量，完善化锅炉的炉排尾部最后一个风室的顶部加长多孔板，以增加阻力，减少空气通过灰渣段漏入炉

内,能有效地控制炉内的过剩空气系数 α ,使 α 稳定在1.5~1.8的范围内。

4. 加大锅筒与炉排面的距离,加长后拱。

原锅筒与炉排面距离较近,加上前后拱匹配不合理,特别是后拱太短,遮盖率仅20%,不利于加快着火及固定碳燃烬。因此只适应燃用优质烟煤,而当煤质稍差时,就会发生着火不良,燃烧工况不稳定。完善化锅炉在设计时,广泛吸取广大用户在改炉中的经验,将锅筒与炉排面的距离放高100毫米,后拱加长,使遮盖率提高到35%以上,对提高炉膛燃烧温度比较有效,经测定,在炉膛主燃烧区温度基本上可保持在1200~1300℃范围,曾试烧发热值4500千卡/公斤的Ⅱ类烟煤,也能及时着火,燃烧工况稳定,且能达到额定出力。

5. 采用新型炉墙及保温层结构。

原快装锅炉的炉墙全部用硅石混凝土浇灌或砌筑而成,保温及密封性较差,寿命也不长,完善化锅炉中采用了新型炉墙的科研成果,在水冷壁管外侧先砌一层半板耐火砖,砖外敷粘一层陶瓷纤维棉,最外层仍用硅石混凝土。炉膛部分的炉墙及保温层厚度作了适当的增厚,并将炉墙外侧的金属包皮板改成可拆成型扩板,使锅炉外表美观,经测定该炉墙在额定负荷运行时,其外壁平均温度仅37℃,比原锅炉降低10℃左右,该炉墙不仅有很好的保温性能,而且其密封性也较好。

6. 汽水分离器由单区孔板改为多区钢丝网,提高汽水分离效果,保证蒸汽品质。

7. 采用双速节能型鼓引风机。

完善化锅炉选用特殊设计的专用风机,它具有高、低二挡速度。正常负荷时,可用高速挡运行,当负荷降到50~85%时,可自动转换到低速挡运行,或进行高、低速交替运行,这样可以节省电耗,效果比较明显。

(二) 提高锅炉安全运行的可靠性

原产品结构在安全强度方面主要存在四个方面的问题。

1. 结构上明显的不合理。如:将拉撑件布置在高温火焰区,导致锅壳裂缝,进行大面积返修,完善化锅炉作了重新布置。上部角板撑重新排列,下部圆钢长拉撑,完全符合现行强度计算标准。

2. 管板刚性大,受力复杂,管板与烟管连接处易造成装放与泄漏,这是火管锅炉的一个普遍结构,只要制造工艺保证,使用适当,完全可以控制在正常范围内不影响锅炉的安全使用。

3. 制造质量标准不严,也有少数用户使用管理不善,如由于水质控制不严,曾发生锅筒“鼓包”现象。近几年来注意提高制造质量,劳动部门加强使用监督,水处理不断完善,基本上已消除,这种现象这次完善化锅炉中,锅筒底部加装吸污管,予以解决。用户反映比较满意。

4. 用户随意改变锅炉的使用场合。如部分用户自行将蒸汽锅炉改装成热水炉,设有1%被改的热水炉后管板高温区烟气进口处管板发生裂纹。通过完善化课题的研究,对热水锅炉高温区烟管与管板的连接工艺进行改变,所有烟管采用焊接后胀管,消除焊接残余应力,防止与运行时的热应力叠加,降低管板应力,提高锅炉安全的可靠性。

完善化锅炉,针对上述情况,作了如下改进:

(1) 锅炉本体的受压元件严格遵循“安规”和有关的强度计算标准。同时,锅炉设计也符合ISO国际标准。

(2) 结构上除了保持原有的锅筒后部排污管外,增设锅筒表面排污和锅筒底部吸污装置,以期解除“鼓包”隐患。

(3) 改进后烟箱结构。原锅炉后部隔烟墙不够可靠，在运输过程中受到振动或砌筑质量不好，砖墙产生裂纹，导致烟气短路。完善化锅炉用特制的扁烟管直接焊于后管板上，从而解决了烟气短路的问题。

(4) 原锅炉前拱吊钩易脱落，现改用高温粘结剂砌筑，粘结剂渗入火碓内部，粘结强度高，确保长期使用。

(5) 健全监察，控制仪表。完善化锅炉对仪表屏作了较大程度的改进，除了保留常规的监察显示仪表外，主要增添了许多与安全和节能相关功能的控制手段和仪表，如有高低水位报警，极低水位保护和超压保护；启动缺水保护；鼓引风机启动的程序连锁；鼓引风机的遥控；并增设炉膛出口负压表，炉膛出口烟温表，排烟温度表，还特地开发配备了新型氧量仪，根据排烟含氧量，便于司炉工调节风煤比例，达到最佳燃烧工况。做好节能工作。

(6) 改间断给水为连续自动给水。使水位稳定，提高蒸汽品质。连续进水不仅有利于省煤器进行充分的热交换，以提高锅炉的经济性。而且还可以防止由于间断给水而造成汽化。产生水击损坏铸铁省煤器管。

(7) 增设点火时的简易烟气旁通烟道，所以较有效地避免因频繁冷炉启动，造成省煤器管结露，粘结烟气中的飞灰粒子，堵塞省煤器烟气通道，影响锅炉的正常运行。

(8) 改炉排的液压传动为2挡6速的齿轮箱传动装置。不仅使炉排的间断运行变为平移的连续运行，有利于燃料的着火燃烧，而且也可相应减少炉排的漏煤损失。

(9) 改进炉排前后轴承结构。原锅炉的炉排前轴承结构漏风严重。后轴的滑动轴承由于布置在墙板内侧，容易积灰渣粒子，磨损轴承，现改进前轴轴承，加装滑动密封罩，可以减少漏风。后轴承改用滚动轴承，并装在墙板外侧，既不会积灰，又便于检修，且方便调整后轴平行度。

(10) 原锅炉炉排的漏灰集中在炉前灰箱中，司炉出漏灰既不方便，又飞灰污染环境。现在落灰箱内增配二辆小车载灰，当司炉出灰时，可将小车整体拉出，现减少了灰尘的飞扬。也减轻了劳动强度。

原锅炉通过完善化措施后，其效果主要表现在：

(1) 完善化锅炉保证了出力，并有超负荷的能力。

(2) 扩大了煤种适应性，一般可燃用发热值为4500千卡/公斤以上的烟煤。

(3) 锅炉热效率有了提高，当然用发热值为4800~4900千卡/公斤的煤时，其额定负荷测定的热效率为81.5%，烟尘排放浓度为224.2毫克/标米³，特别是实际运行热效率增加十分显著，根据完善化锅炉首台样机近一年来运行的用汽，用煤情况的统计，每天连续运行24小时，负荷在2~4.5吨/时（即50~110%额定负荷）范围内波动，经测算的实际运行平均热效率为77.7%，相比原4吨/时快装锅炉的实际运行热效率65~70%，约提高7%以上。每台锅炉每年若以运行3000小时计，可节约的标准煤为：

$$\begin{aligned} \Sigma B &= 3000 \frac{D(i - i_{gs} - \frac{r \cdot W}{100})}{Q} \left(\frac{1}{\eta_{原}} - \frac{1}{\eta_{完}} \right) \\ &= 3000 \frac{40 \left(666 - 20 - \frac{468}{100} \times 15 \right)}{7000} \left(\frac{1}{0.7} - \frac{1}{0.777} \right) \\ &= 115 \text{ 吨/年} \end{aligned}$$

首台样机一年来的运行表明，没有发生重大故障，做到了安全可靠运行，运行一年后，再次做热工复测其热效率为81.8%，稳定达到额定出力，这表明完善化的措施及制造质量达到了预期的目标，表1-1为完善化锅炉与原锅炉的主要技术经济指标的对比：

表 1-1

项 目 名 称	单 位	完善化锅炉 (型号4404B)	旧锅炉 (型号440B)
蒸发量	t/h	4	4
工作压力	kgf/cm ²	13	13
蒸汽温度	℃	220	220
设计煤种	—	Ⅱ类烟煤	Ⅱ类烟煤
锅炉受热面积	m ²	105.6	97
其中：辐射受热面	m ²	16.3	17
对流受热面	m ²	89	80
省煤器受热面	m ²	34.75	27.8
炉膛容积热强度	kcal/m ³ ·h	610×10 ³	650×10 ³
炉排面积	m ²	5.4	4.55
炉排面积热强度	kcal/m ² ·h	618×10 ³	131×10 ³
炉水容积	m ³	9.5	9.6
饱和蒸汽湿度	%	1.1	0.3
汽水温度	℃	20	20
排烟温度	℃	170	190
鉴定热效率	%	81.55	80
实际运行平均热效率	%	77.7	70
复测热效率	%	81.8	79
烟尘排放浓度	mg/nm ³	224.2	260
锅炉金属总重量	t	22	30.5
铸件重量	t	3.2	5.2
外形尺寸(长×宽×高)	m	3.4×2.7×3.5	3×2.7×3.5
最大件运输重量	t	26	26

二、拱形封头螺纹管卧式快装锅炉

这是一种重新设计的改进型4吨/时卧式快装锅炉，锅炉的封头改为拱形，解决了管板加撑问题，前后管板不需拉撑，锅炉仍是卧式二回程，锅筒纵向布置，两侧各有一组水冷壁，燃烧室布置两排双面水冷壁，锅筒中布有一束螺纹烟管。燃烧方式是链条炉排，本体整装出厂，鼓引风机、上煤、出渣、消烟除尘等辅机配套齐全，该锅炉燃用Ⅱ类烟煤，亦能燃用中质烟煤，能适应我国广大地区的需要，该型锅炉与老型号快装锅炉相比，具有以下优点：

1. 采用拱形封头，强度高，安全性好，在国内还属首创；
2. 采用螺纹烟管，强化传热，换热效果好，热效率高；
3. 体积小，重量轻。

此型锅炉已在江苏靖江锅炉厂批量生产。

DZL4-13-AⅡ

表 1-2

拱形封头螺纹管锅炉规范

序 号	名 称	数 值	单 位
1	蒸发量	4	吨/时
2	工作压力	1.27/13	MPa (kg/cm ²)
3	受热面积	194(炉/省)	m ²
4	受热面热效率	4.66	%
5	受热面积		
	锅筒本体	73.73	m ²
	省煤器	37.55	m ²
6	适用煤种	Ⅲ类烟煤	kg/1000千卡/公斤
7	给水温度	20	℃
8	热效率	78	%
9	安装后外形尺寸	8700×4406×4910	mm (长×宽×高)毫米

三、江苏产的2吨/时改进型卧式快装锅炉

江苏靖江锅炉厂所设计生产的DZL型2吨/时卧式快装锅炉在同一额定蒸发量中分别设计了0.98兆帕(10千克力/厘米²)和1.27兆帕(13千克力/厘米²)二种不同工作压力值的锅炉,从而扩大了不同用户的需求范围。这种改进型的卧式快装锅炉与老的DZL型相比较有以下一些新的改进:

1. 改进了炉膛的结构,使它的辐射面积增加到10米²左右,第三回程炉管经充分调整后,使对流受热面提高到45米²左右,从而解决了过去出力不足的问题。

2. 对后拱采用了阶梯形的结构,从而改善了煤种的适应性,不仅可以燃用Ⅲ类烟煤,而且可以燃用Ⅱ类烟煤。

3. 以Ⅱ类烟煤作为设计煤种。

4. 改进了调风结构,采用分窗送风,在风室内加石棉钢丝隔板,减少漏风,提高配风的均匀性,获得良好的燃烧工况。

5. 对省煤器的鳍片管增设了轴向的肋片,使受热面增加,提高了锅炉的热效率。

6. 炉排传动装置改用齿轮变速箱共有1挡8级速度。

7. 上煤由翻斗式改为垂直提升上煤机,提高了运行可靠性和节省场地。

8. 出渣由单链改为双链刮板式出渣机,保证运行可靠。

9. 取消后集箱,后棚管分别接至左右联箱,节省材料。

10. 锅筒加长31毫米左右,短时可超负荷运行,通过测试2吨/时锅炉超负荷可达2.4吨/时。

11. 引风机选用节能型XY9—35型风机,风量风压增加,配套功率15千瓦,除尘器由原XPW型改选XZD—G—2型。

12. 在控制仪表中增设了压力、水位自动控制系统,提高了锅炉的运行效率和安全运行的可靠性。

表 1-3

DZLZ-13 型 锅 炉 规 范

序 号	名 称	参 数	单 位
1	额定蒸发量	2	吨/时
2	工作压力	1.27/13	MPa/kgf/cm ²
3	蒸汽温度	194	℃
4	燃烧方式	链条炉排	
5	受热面积	炉 管	米 ²
		省煤器	米 ²
6	炉排面积	3.17	米 ²
7	适用煤种	Ⅱ类烟煤	$Q_{DW}^Y = 4500$ 千卡/公斤
8	给水温度	20	℃
9	热效率	77.83	%
10	安装后外形尺寸	8022×4100×4550	毫米(长×宽×高)

表 1-4 0.5~10吨/时快装锅炉的技术参数及设备配套参考表

序号	名 称	单 位	技 术 参 数					
1	锅炉型号	—	KZL0.5-7A II	KZL1-10A II	KZL1-10A II	DZL4-13A III	DZL6-15A IV	DZL10-13A III
2	锅炉蒸发量	吨/时	0.5	1	1	4	6	10
3	工作压力	千克力/厘米 ²	7	10	10	13	15	13
4	蒸汽温度(饱和)	℃	170	183	183	194	203	194
5	给水温度	℃	20	20	20	20	20	20
6	锅炉受热面积	米 ²	18	24	24	35.2	48.4	265
7	省煤器受热面积	米 ²	—	12.8	16.7	34.75	47.2	141.6
8	炉排面积	米 ²	1	1.75	3.2	5.4	9.51	12.47
9	主汽阀通径×压力	毫米× $\frac{\text{千克力}}{\text{厘米}^2}$	50×16	50×16	55×16	100×16	100×16	150×16
10	安全阀通径×压力	"	40×16	40×16	50×16	50×16	80×16	80×16
11	排污阀通径×压力	"	40×16	40×16	40×16	30×16 40×16	50×16	50×16