

华东区节约煤炭經驗交流會議技术資料汇编

鍋 爐 改 造

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书根据华东区节约煤炭經驗交流會議上初步选定的有关鍋炉改造的部分資料汇编而成。内容包括：立式鍋炉采用外包内燒进行整体改造；各种鍋炉采用蒸汽-空气二次风；卧式外燃迴火管鍋炉加外砌炉膛进行半煤气化燃燒；卧式鍋炉的多項节煤措施配套；卧式双火筒鍋炉加装环形拱圈、梅花墙及省煤器；低压暖气鍋炉改砌元宝形炉膛并采用整炉半燒等方面。附录中还配合改造鍋炉的需要，提供了小型鍋炉热效率的测试方法。

本书可供使用鍋炉的厂矿、企业、学校、机关等单位的司炉工人及技術人員在进行技术改造时参考。

华东区节约煤炭經驗交流會議技術資料汇编

鍋 炉 改 造

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业許可証出093号

商务印书館上海厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/32 印張 3 2/32 排版字数 73,000

1966年6月第1版 1966年6月第1次印刷

印数 1—15,000

統一书号 15119·1888 定价(科四) 0.30 元

說 明

本书是根据 1966 年 2 月华东区節約煤炭經驗交流會議上各省市介紹的节煤、节草經驗汇编的，分为鍋炉改造、化鉄炉及鍛造炉、磚瓦窑及其他窑、生活用省煤（省草）炉灶四册出版，供有关单位参考。

这些經驗是近年来广大职工群众在各級党委的领导下，高举毛澤东思想的偉大紅旗，貫徹执行勤儉建国的方針，发揚自力更生的革命精神創造出来的。这些經驗多数是簡單易行，效果也比較好。但是由于各单位的具体情况不同，在推广时要因地制宜，学中有創，使这些經驗不断完善、不断提高。

本书由上海市節約煤炭办公室和第一机械工业部汽輪机鍋炉研究所等单位协助編审。

由于編印時間匆促，錯誤之处，請讀者指正。

目 录

1. 关于小型鍋炉节约煤炭的討論小結	1
2. 立式鍋炉整体改造	9
3. 立式鍋炉外包内燒改造	20
4. 立式鍋炉烟囱加装外包水箱	26
5. 立式橫火管鍋炉技术改造	30
6. 立式火管鍋炉采用蒸汽-空气二次风	36
7. 水管鍋炉采用蒸汽-空气二次风	39
8. 小型卧式水管鍋炉采用蒸汽-空气二次风	45
9. 外燃迴火管鍋炉加装半煤气炉膛	51
10. 小型外燃迴火管鍋炉改装半煤气炉膛	59
11. 外燃迴火管鍋炉多項革新	66
12. 卧式双火筒鍋炉八項节煤措施配套	71
13. 卧式双火筒鍋炉节煤經驗介紹	76
14. 卧式双火筒鍋炉加装外砌炉膛	82
15. 低压暖气鍋炉技术改造	87
附录 小型工业鍋炉正平衡热效率試驗方法	91

1. 关于小型鍋炉节约煤炭的討論小結

华东区节约煤炭經驗交流會議鍋炉专业小組

为了提高鍋炉效率,达到节约煤炭的目的,除了制造厂在设计制造时应积极改进设计外,使用单位则应熟悉鍋炉性能,正确操作运行,并了解影响鍋炉效率、浪费煤炭的主要因素,以便結合本单位的具体特点和条件进行技术改造和技术革新。

现将影响鍋炉效率的主要因素、产生原因及其改进措施分述如下:

一、排烟带走的热損失

由于鍋炉最后的受热面出口处的烟气还保持一定的温度(一般小型鍋炉通常大于 300°C , 有的甚至高达 700°C 左右), 而这部分烟气排向大气后没有被利用, 故热損失很大, 它与过量空气的多少及煤的特性等有关。

当排烟的温度越高或排烟量越多, 则排烟所带走的热損失也越大。所以在目前群众性的节煤經驗中, 往往采取各种措施来设法降低排烟温度。

为了使鍋炉的排烟温度和排烟量正常, 主要应注意以下各点:

(1) 燃燒过程是否合理, 运行操作是否正确。应防止大量鼓风、大量加煤、猛赶負荷、超負荷量大而又連續运行等情况。

(2) 鍋炉各处受热面是否被煤烟、灰粒所积聚或染污,鍋内是否积有水垢。由于煤烟、灰粒及水垢的存在,会使傳热效果大为降低,既提高了排烟温度、增加了热损失,严重时还会引起燃燒恶化、蒸汽出力下降,甚至影响鍋炉的安全。为此,必須定期进行刮灰、吹灰、防垢、除垢等措施。

(3) 炉墙等处是否有不严密的地方,以致有大量冷风漏入,增加了排烟热损失。当发现不严密的地方应及时堵漏。当几台鍋炉合用同一烟道而尾部尚有省煤器等受热面时,还应注意将停用鍋炉的烟道閘門关闭,以防止大量冷风侵入。

(4) 烟气流程中有否由于隔火墙等日久燒坏或塌落,而引起烟气短路现象。当烟气发生短路后,鍋炉受热面不能充分受到冲刷,致使大量烟气經過短路处逸出,白白地浪费了煤炭。故在停炉检修时,应对擋火墙、隔火墙等同时进行检查或修理。在运行中,如发现排烟温度突然剧烈升高,并延續下去,即应及时对鍋炉进行检查,有否短路或其他原因。

(5) 烟气冲刷受热面是否合理。从傳热效果来看,烟气应与工质作逆向流动或交叉流动。

(6) 人工加煤燃燒的周期性变化。由于加煤时开关炉門,非但使大量冷风漏入,降低了鍋炉效率,同时冷风的侵入也影响到燃燒效果,因此,应尽量不开或少开炉門。

从降低排烟热损失出发,主要采取以下革新措施:

1. 鍋炉本体外壳部分采取“外包” 适用于焊接的各种立式鍋炉,它是提高出力和效率的一个好办法,又能降低鍋炉散发到周圍环境的热损失,减少烟囱飞灰。外包內燒时应根据鍋炉容量大小不同对待。对較小容量的立式橫水管鍋炉,以半外包并加装热水箱、盘香管等措施较为合适;对較大容量的立式橫火管鍋炉,有的将烟囱后移并在前烟箱装設垂直的隔烟板,使烟气分左右二路环繞外包部分,同时在后烟箱处加装水冷壁管;也有用水平的隔火板将后烟箱分隔为二层,并在

前烟箱与烟囱之間用档板隔斷,使烟氣先經下部火管,再回入上部火管(故称烟氣二回程),然后用引烟管通入半外包部分。这些方案均比較理想,且也有一些成功的經驗。

2. 烟囱处装外包水箱 适用于铆接或較陈旧的各種型式鍋爐,或受鍋爐房地位的限制无法对本体进行外包的鍋爐,它主要用来加热給水。

3. 鍋爐尾部加装省煤器、过热器或空气預热器等受热面 主要是充分利用热量,进一步降低排烟温度。一般常用的有鋼管蛇形管式、散热片管式和暖气片式等类型。在加装前应作具体計算,以防止工质和烟氣的流通截面过大或过小。过大則未能充分利用設備潜力;过小則会增加阻力,影响鍋爐正常运行和燃燒。此外还应考虑清除积灰的方便,以及水温应低于饱和温度等問題。

4. 对积聚灰垢的各受热面采用刮灰器、吹灰器等装置 主要使受热面經常保持“干淨”,以便将傳热效果保持在最佳状态。一般采用压缩空气吹灰或蒸汽吹灰(目前蒸汽-空气二次风的应用,对加强燃燒提高鍋爐效率起一定作用,同时也能减少飞灰量,間接地起到了吹灰作用)。

5. 改装脚踏炉門 尽管脚踏炉門与手开炉門每开关一次的时间仅相差几秒,但几百、几千次累計起来,則由炉門侵入的冷风所带走的热量还是很可观的。改装脚踏炉門花钱少、技术简单,既能减少热損失,又能減輕司炉工人的劳动强度。

6. 鍋爐給水处理 由于在天然水中含有鈣、鎂盐类等有害杂质,如在給入鍋爐前不进行处理,則会在鍋爐內壁結成水垢,使傳热效果大为减低,不仅浪费煤炭,严重时还会引起鍋爐过热而发生爆破事故,所以必須給予重視。目前适用于小型工业鍋爐的水处理方法主要有:

(1) 炉內加药——防垢剂处理法: 一般以磷酸三鈉处理

法較為普遍，防垢效率可達78%左右，而每處理一噸水只需4~5分錢。但使用時需要對爐水進行定期化驗，加藥時也要稱量。

(2) 永磁軟水器：採用後所結水垢疏松易除，對減輕勞動強度、縮短停爐時間極為有利，並且設備簡單、製造方便、成本低，雖然除垢效果比爐內加藥差，但它不需專人管理。

(3) 鍋外水處理：目前有採用鈉離子交換處理方法的，它對於小型低壓水管鍋爐較為合適。

(4) 柞木防垢法：利用柞木中所含的單寧酸、磷酸、醋酸等成分，達到防垢、除垢的目的，同時對金屬壁面還能起緩蝕、保護作用，效果良好。由於國內柞木分布的地區較廣，使用推廣的問題不大。只是處理過的水有一種氣味，對飲食、醫藥等有關部門不能適用。

(5) 除垢：鍋爐採用各種水處理方法後，仍不能完全防止結水垢的現象，因此，還必須加強除垢工作。過去的除垢方法以人工機械敲鏟為主，勞動強度大、工作時間長、費用亦較大，特別是有些部位清除有一定困難。根據外地的經驗介紹，採用加有“02 鋼鉄緩蝕劑”酸洗除垢法，除垢徹底，省時省錢省工，效果良好，安全可靠。

採取各種措施來降低排煙溫度時，應根據具體情況分別對待，且也不宜過分降低。這是因為要降低排煙溫度，必須增加一定受熱面，若煙氣溫度本來已經較低，傳熱效果就很差，則再要进一步降低溫度，必須相應增加較多的受熱面，所以金屬和其他材料的消耗量都較大，從技術經濟比較來看，可能得不償失。更重要的是煙氣中往往含有三氧化硫和蒸汽，當煙氣溫度降至一定程度時，蒸汽和三氧化硫將凝結成硫酸，嚴重的腐蝕金屬壁面，影響鍋爐的壽命與安全。根據試驗測定，當燃煤中含硫3~7%時，煙氣中的三氧化硫形成硫酸的最低溫度約在130℃左右，又考慮到煙氣溫度存在分布不均勻性，故

一般对排烟温度应注意不宜降低到 150°C 以下。

二、化学不完全燃烧损失

在燃烧过程中尚有一部分可以燃烧的气体来不及燃烧或没有完全燃尽而被迅速排出。其主要原因有：

(1) 空气量不足，使大量一氧化碳、氢及碳氢化合物 (CO 、 H_2 、 CH_4) 等可燃性气体随烟气排出烟囱。也即是一般所看到的从烟囱中冒出的浓厚黑烟。

(2) 空气与可燃性气体混合不好，使它们由于缺少氧气的助燃而未能及时燃尽。

(3) 燃烧室内的温度过低，没有达到可燃性气体的着火温度。

(4) 炉排上煤层太厚，引起通风不良，无法满足所需的空气量。

(5) 人工加煤燃烧的周期性变化，使大量冷风由炉门侵入，迅速地带走了部分可燃性气体。

减少化学不完全燃烧所采取的措施主要有：

1. 加外砌炉膛 加外砌炉膛后不仅可解决燃用劣质煤问题，并且还能提高出力和效率，并为采用机械化加煤出灰提供了必要的条件。但在改装时，需要一定的钢材和费用，因此必须根据具体条件，通过核算对比来决定。一般有竖井煤粉机、小煤粉机、抛煤机炉及半煤气炉等型式，其中以半煤气炉用料最省。

加外砌炉膛采用半煤气化燃烧，改变了燃烧条件，对减少排烟热损失、化学不完全燃烧热损失及机械不完全燃烧热损失都有利。且炉内过量空气减少，对燃煤的适应性也较广。

但采用半煤气化燃烧后，由于炉膛温度提高到煤的灰熔点以上，所以在平炉排上容易结成大块灰渣。而当形成大块灰渣（即结焦）后，既妨碍了燃烧，影响锅炉效率，又使出渣困

难,增加了司炉工人的劳动强度,因此对防止炉膛結焦,应給予足够的注意。根据很多单位的实际經驗,当在炉膛中同时采用蒸汽-空气二次风装置时,能減輕結焦,且所結的焦也疏松易碎。

采用半煤气化燃燒后,由于炉膛温度較高,所以对焊接的鍋炉和铆接的鍋炉应区别对待。一般情况下,铆接鍋炉、比較陈旧的鍋炉、腐蝕比較严重的鍋炉,均不宜采用半煤气化。同时对臥式外燃半煤气化鍋炉还应加强給水的处理,因为温度最高处也正是鍋內泥垢积聚最多处,如不給予足够注意容易发生事故。

目前半煤气炉已由臥式外燃鍋炉发展到将內燃改为外燃,甚至在立式鍋炉上也有采用。

2. 蒸汽-空气二次风 在各种类型(立式橫水管、立式橫火管、臥式火管、双橫汽包式水管、分联箱橫汽包式水管等)鍋炉上都可采用蒸汽-空气二次风装置,对解决烟肉冒黑烟作用很大。主要是对烟气与空气再一次混合,使可燃性气体充分燃尽;同时又补充了由于烟气分布不均、煤层过厚等情况而引起的空气量不足現象。根据一些单位使用蒸汽-空气二次风后的反映,炉膛温度有了提高,灰渣內可燃物含量下降,烟肉基本不冒黑烟,是一个花钱少、效果好的措施。它主要是利用高速度的蒸汽噴入炉膛时,造成了噴嘴附近的負压区,使空气也以較高速度由空气管噴入炉膛,对烟气产生攪拌和扰动作用,甚至使烟气形成旋渦。因之不但可使可燃性气体燃尽,而且延长了烟气在炉膛內的停留时间,使原来随烟气飞出烟肉的小煤粒能在炉膛內繼續燃燒,也就减少了飞灰带走的热損失,并且由旋渦还能使傳热强化。

3. 加砌环形拱圈及梅花墙 对臥式內燃鍋炉在擋火墙后加装环形拱圈及梅花墙等措施后,可以加强烟气混合,强化傳热作用,改装方便,安全可靠,又不耗鋼材,效果也較好。

三、机械不完全燃燒損失

即在燃燒过程中尚有一部分煤未經燃燒或未被完全燃盡。它具体表现在：炉渣中、炉排上漏下去的炉灰中或烟囱排出的飞灰中。这三方面又取决于：

(1) 燃料的特性。煤的揮发分（可燃性气体）含量多少，直接关系到燃燒的难易及灰渣中可燃物含量的多少；煤中灰分的多少，又是涉及煤在炉排上是否能内外燒透燒盡；煤中水分的多少，也对燃燒影响很大，水分太多，燃燒有困难，水分太少，飞灰損失严重；煤的顆粒度过大，不易完全燒透，顆粒度过細，又使漏煤損失严重；煤的熔化温度过低，外部易被熔化，又使内部的煤无法燃盡，且易在炉排上結焦，增加了司炉工人的劳动强度。

(2) 燃燒設備之形式是采用机械化設備，还是人工加煤炉排；在人工加煤的炉排中是条形炉排，还是蜂窝炉排，或是其他形式。

(3) 运行操作的技术水平的問題。

目前对减少机械不完全燃燒損失，除了采用外包內燒以增加烟气流程，加外砌炉膛进行半煤气化燃燒，也同时都能起到一定作用外，还可采用以下措施：

1. 改装蜂窝炉排 由于通风比較均匀，燃燒强烈，因此可燃用质量較差的煤种，且使炉渣中的含碳量减少、漏煤損失下降。但在推广使用时必須結合具体情况。如鍋炉本来就配备有鼓风机可以立即改装；如用汽量不大，一般未达到額定負荷的可以采用自然通风（炉排的通风截面积应再增加 25%）或适当加高烟囱；如用汽量大，負荷变化又較大則必須用鼓风机。也有采用蝶形炉排，可以收到相同的效果。

2. 加装机械化燃燒設備 根据鍋炉的不同类型，装置各种形式的拋煤机、小煤粉机及鏈条炉排等。也有采用下飼式給

煤机的,既可減輕劳动强度,又能促使燃煤得到完全燃燒。

3. 提高操作水平 可以定期进行經驗交流,推广先进操作方法,或开办司炉工訓練班、節約用煤讲座等活动。

4. 合理搭配煤种 結合燃料特性,掺燒不同煤种,必要时还可根据具体情况适当掺入部分炉渣。

四、散 热 損 失

即鍋炉本体将热量散发到四周环境中去的損失。它主要与下列原因有关:

- (1) 炉墙的质量;
- (2) 包住鍋炉金属部分的絕热材料的质量及厚度;
- (3) 鍋炉本身的外形大小。

目前对立式鍋炉采用“外包內燒”的外包部分,既充分利用了排烟余热,而加砌的外包墙对鍋炉又是一个良好的絕热、保温层,减少了散热損失。

五、燃燒残余物的物理热所引起的热損失

主要是当燃用高灰分的燃料时,要消耗一些物理热,也就需要考虑此項損失。但对小型鍋炉来讲,常可略去不計。

2. 立式鍋炉整体改造

上海机器制造学校

一、概 况

我校一台蒸发量为 130 公斤/小时的立式大横水管鍋炉 (俗称爆仗炉), 供应 1600~1800 人的伙食、淋浴、开水、消毒等生活用汽。但由于蒸发量小, 耗煤量大, 司炉工人操作很紧

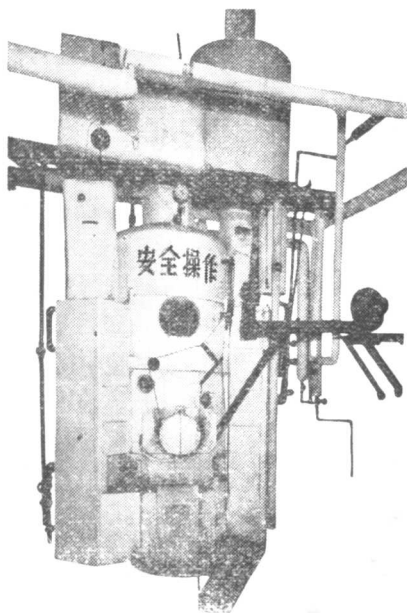


图1 立式鍋炉整体改造后的外形

張,还經常出現蒸汽供应不足的现象。而且在使用中,飞灰很多,影响周圍居民环境卫生。针对这些問題,我校組織了有关人員,对鍋炉的結構及运行情况作了分析,并确定了整体改造的方案。經改装后,在節約用煤、除尘、蒸汽产量等方面都有了大幅度的提高,鍋炉热效率由 30% 提高到 65%。

二、改造前的情况及分析

这台鍋炉在改造前,运用正平衡方法估算,其热效率最高点仅約 30%,說明在每 100 公斤燃煤中,实际上只利用了 30 公斤,而其余 70% 的煤是損失掉了,它主要是在:(1)排烟損失;(2)机械不完全燃燒損失;(3)化学不完全燃燒損失;(4)鍋炉散热損失等四个方面。

造成損失的主要原因:

1. 受热面积小 从原設計計算书上查得,这台鍋炉的受热面积仅 6.5 米²,燃煤在炉排上所产生的高温燃气冲刷橫水管后,进入冲天管,即向上进入烟囱,以致冲天管出口处的排烟温度高达 800°C。因之,如以炉膛温度为 1100°C 計,鍋炉仅仅吸收了 300°C 左右的燃燒热量,而烟气中大部分的热量則从烟囱排出而損失了。

2. 条形炉底の間隙大 小煤粒的漏落損失很多,手动炉門的开动時間长、冷风侵入多,增加了热量的損失。

3. 炉膛燃燒容积小, 燃煤在炉膛中得不到充分燃燒 因为煤炭在燃燒初期所产生的揮发物,沒有足够的空間給以完全燃燒,甚至还有一部分小煤粒来不及燃燒,而排出烟囱,因此烟囱冒黑色濃烟,同时也影响环境卫生与周圍居民防火安全。

4. 鍋炉外壳的散热 立式鍋炉的外壳是一个很大的散热面,在尺寸大小上几乎与受热面积相等。热量散失在鍋炉房內,使室温最高达到 45°C。虽經在外壳上包了石棉泥来隔

热,但散热仍相当大,因此对司炉工的劳动条件和锅炉效率都很不利。

三、技术改造的主要项目

1. 半外包内烧墙及外包水箱 这是锅炉整体改造中主要的一项。在锅炉外壳筑一道外包墙(如图2所示),使冲天管出口的高温烟气不直接排入烟囱,而由弯管引入外包墙与锅炉外壳之间的烟道中。外包墙的内侧有三只相互连通的外包水箱(图中12),高温烟气在烟道中流动时,烟气的热量充分地被外包水箱及锅炉外壳所吸收。这样,炉壳在改装前是散热面,外包后就成了受热面,使锅炉的受热面由 6.5米^2 增加到 10米^2 ,即增加了54%。为使烟气能有规则的流动,并增长其流程,以提高除尘效率及传热效果,在外包墙内烟气的通道上装设三道挡烟墙(如图3所示),使外包部分成为一个具有相当容积的降尘室。

外包部位: 为了避免锅炉上部的蒸汽部分及水位表附近在高温下受到反复的热应力,同时防止沉积水垢、水锈等沉淀物及锅底受到高温而影响钢板强度,因此炉壳的外包部位应在水位表上标志的最低水位线以下100毫米到锅底以上100毫米之间。在外包范围内所有的水管均应用石棉绳包扎后再用耐火泥胶合,手孔则用铁板(或砖砌成)做成锥形护罩隔开,采取这些隔热措施是不使它们受高温烟气的影响。对锅炉炉前的四分之一圆周部分一般不外包,主要也是为了使炉前部分的钢板不致因热冷悬殊而影响强度,且有利于水循环的进行。

外包墙的结构尺寸: 外包墙在外包水箱的外面是用普通砖砌成250毫米厚的砖墙,第一道挡烟墙用薄型耐火砖砌成,并与外包墙夹砌,第二、三道用钢板。外包墙与锅炉外壳之间的距离 A ,二个挡墙之间的距离 B 及挡墙上下两端空开的长

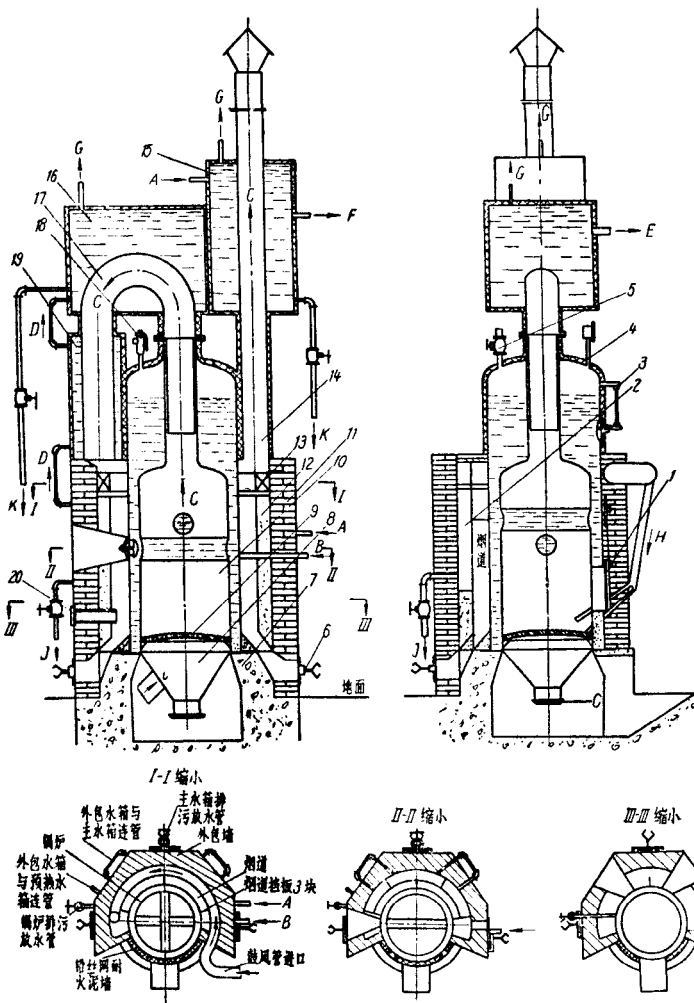


图2 立式锅炉整体改造的结构布置

1—脚踏炉门； 2—外包水箱； 3—水位表； 4—压力表； 5—出汽阀； 6—出灰门(3只)； 7—锅炉底座； 8—风斗； 9—蜂窝炉底； 10—锅炉本体； 11—外包墙； 12—外包水箱； 13—热风管； 14—烟囱； 15—廢热水箱； 16—热水箱； 17—弯烟管； 18—安全閥； 19—預热水箱； 20—检查孔(4只)
 A—廢热水箱进水； B—热水进入锅炉； C—烟气运动方向； D—热水循环方向； E—热水出口(进入重力式给水箱及供生活用)； F—热水进入外包水箱； G—排汽管； H—二次鼓风运动方向； i—炉底进风方向； J—外包水箱排污管； K—水箱排污管

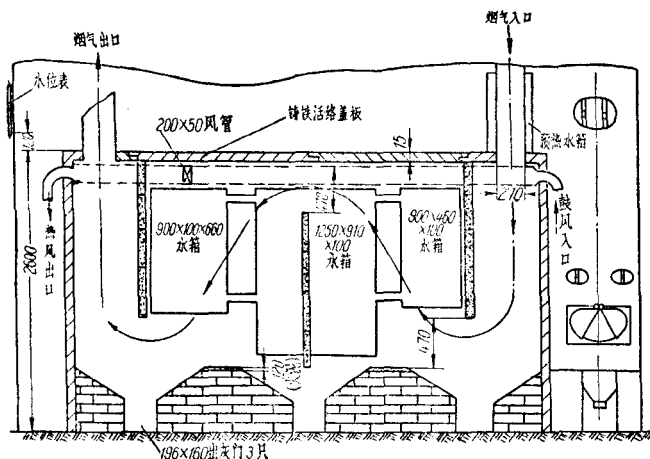


图3 外包部分展开图

度 L 与烟气的流速有关,也即应从传热效果、烟气阻力等因素来考虑。其具体的尺寸大致可按冲天管直径来确定,使烟气流道截面积 $F(F=A \times L)$ 约为冲天管截面的 $1.2 \sim 1.3$ 倍。如冲天管直径为 300 毫米,则 $L=470$ 毫米, $A=180$ 毫米, B 在外包的 $3/4$ 圆周上均匀分布。挡墙底部砌成倾斜的灰坑,在外面开设 190×160 毫米的长方形出灰门。外包墙的封顶采用铸铁材料的活络平盖板(图 3),上铺黄砂,便于随时检查炉壳及外包墙状况,并可铲除积集在二壁上的烟灰,在外包墙上交叉开设检查孔 4 只(图 2 中 20)。

2. 热水箱 除上述三只串联的外包水箱外,另有二只预热水箱及一只废热水箱。

冲天管出口的高温烟气,是经过一个 180° 半圆形弯并向 下延伸直段的连接管引入外包墙中的。连接管的内径与冲天管相同,半圆形弯烟管用数节 8 毫米厚的钢管对焊而成,用法兰与冲天管连接。由于弯管内流过的烟气温度很高,如果没