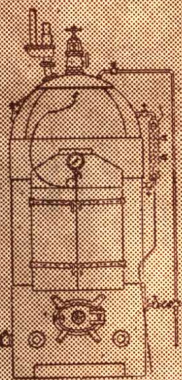


蒸汽锅炉知识

李曙星 匡綱远 沈丙宪



科学普及出版社

535
4066

蒸 汽 鍋 爐 知 識

李曙星 沈炳宪 匡綱远

(青島市科学技术普及协会供稿)

科 学 普 及 出 版 社

1957年·北京

本書提要

本書是青島市科學技術普及協會的講稿，已經多次向各工廠企業司爐工人和幹部作過講演，很受聽眾歡迎。

書中以我國目前通常使用的中小型鍋爐為主，敘述了鍋爐的簡單構造；着重介紹了安全運行的具體方法和應注意的事項；並說明了鍋爐經濟運行的方法；對鍋爐的檢修，也作了詳細的介紹。本書是一本通俗而又適合工廠需要的讀物，對司爐工人、鍋爐檢修工人和管理人員都很有幫助。

總號：522

蒸汽鍋爐知識

著者：李曙星 沈炳憲 匡綱遠

出版者：科學普及出版社

(北京市西直門外新家灣)

北京市書刊出版業營業許可証出字第091號

發行者：新華書店

印刷者：北京市印刷一廠

(北京市西便門大街乙1號)

開本：787 × 1092 $\frac{1}{2}$

印張：2 $\frac{3}{4}$

1957年9月第1版

字數：53,300

1957年9月第1次印刷

印數：6,100

統一書號：15051·60

定 價：(9)2角8分

目 次

蒸汽鍋爐概述	1
鍋爐的構造	4
鍋爐的基本構造	4
鍋爐的附件	13
鍋爐的安全运行	20
运行管理和运行操作	20
事故的原因和处理事故的方法	34
鍋爐的檢修和檢驗	39
鍋爐檢修	39
鍋爐檢驗	52
鍋爐的經濟运行	54
燃料和燃燒	54
給水和給水处理	57
提高鍋爐效率節約用煤	66

蒸汽鍋爐概述

蒸汽是大家熟悉的东西。它的用途是非常大的。它能够作为工业和交通运输上的动力，推动蒸汽机和汽轮机，从而带动各式各样的机器；它又能在许多工厂里直接参加生产，比如在制糖厂里利用它做浸出、蒸发和结晶等工作，在造纸厂或印染厂里利用它做烘干和蒸煮等工作；此外，它还被广泛地作为车间、办公室、俱乐部、宿舍等取暖之用。

既然蒸汽有这样大的用途，那么我们怎样取得它呢？我们日常看到，壶水烧开的时候，就有蒸汽冒出，好像只要把水烧开就能够得到蒸汽。实际上并不是那样简单。因为无论是动力用的、生产用的或者是取暖用的蒸汽，需要量都是很大的，并且还要求能连续不断地供给。因此就不能像厨房里烧开水那样简单，必须用特殊的设备把水烧开，从而得到大量的蒸汽。这种特殊的设备就是蒸汽锅炉，通常叫做锅炉。

锅炉是怎样的一个设备呢？它是用什么东西制造的呢？简单地说，它是用钢板和钢管等钢铁材料制造的。也就是将钢板卷成圆筒形，做成炉壳或汽鼓，再和用钢板卷成的火筒或者钢管互相装配起来，组成一个密闭容器；在容器里盛着经过处理过的净水，容器外面用燃料燃烧，利用燃烧时的火焰和烟气的热量，使容器里的水不断蒸发成为蒸汽。

为了使读者对以后的内容比较容易了解，现在先介绍一下和锅炉有关的一些名词和基本知识。

将水装在开口的容器里加热，水的温度是不断地在升高的。到达 100°C 以后，水的温度就不会继续上升，这是因为水的沸点是 100°C 。到 100°C 时要变成蒸汽，而变成蒸汽时需要吸收很多热

量，因此繼續加进去的热量都被吸收掉，水的温度就不能升高。水沸腾时蒸發的蒸汽，它的温度也是 100°C ，但因为在变蒸汽时吸收了热量，因此比 100°C 的水所含的热量多，每公斤要多含540大卡(大卡是热量單位，使1公斤水升高 1°C 所需要的热量叫做1大卡)。这个热量是不能直接用仪器測量出来的，所以叫做汽化潜热。

如果將水裝在閉口的容器里加热，情形就和开口的不一样。水在开口容器中加热，蒸發出来的蒸汽都散發到大气里去，因此水面上能繼續蒸發而不受到阻碍。水在閉口容器里加热，蒸發出来的蒸汽仍旧在容器里，这样容器里的蒸汽就漸漸多起来。大量的蒸汽拥挤在閉口的容器里，就产生了很大的压力。这时水受到空气和蒸汽的双重压力，沸腾就受阻碍，必須繼續加热提高水的温度才能使水沸腾。所以，在閉口的容器內水的沸腾温度(沸点)是随着蒸汽压力的升高而上升的，汽压越高，水的沸腾温度也越高。这样蒸發出来的蒸汽叫做饱和蒸汽。饱和蒸汽的温度和容器里水的温度一样。它們和压力有一定不变的关系，如下表：

饱和蒸汽压力(公斤/平方公分)	1	2	3	4	5
饱和蒸汽温度($^{\circ}\text{C}$)	99.1	119.6	132.9	142.9	151.1

6	7	8	9	10	11	12	13	14
158.1	164.2	169.6	174.5	179	183.2	187.1	190.7	194.1

上表所說的饱和蒸汽压力是絕對压力，它比用压力表測量出来的表压力大1公斤/平方公分。因为压力的指針在大气压力(一个大气压力就是表示每平方公分面积上有1公斤的压力，也可以写成1公斤/平方公分)下指在零位，它所測量出来的表压力实际上

就是减去大气压后的数值，因此绝对压力就等于表压力 + 1 公斤/平方公分。比如鍋爐的表压力是 7 公斤/平方公分(約等于 100 磅/平方吋)，那末它的绝对压力就为 8 公斤/平方公分，这时鍋爐水的沸騰温度是 169.6°C ，也就是說水要加热到 169.6°C 才沸騰。由此，我們用压力表測量出鍋爐蒸汽后，就能知道饱和蒸汽的温度；反过来用温度计測量出鍋爐饱和蒸汽温度后，就能知道蒸汽压力。这里應該注意，我們通常所說鍋爐压力是指汽压表測量出来的表压力，不要弄錯。

饱和蒸汽常含有細小的水滴，这种蒸汽在某些工業部門中是不能使用的。这时，我們可以再把饱和蒸汽通过受烟气加热的过热器管，使它繼續受热，变成不含細小水滴的蒸汽，这种蒸汽我們又叫它过热蒸汽。过热蒸汽的温度比饱和蒸汽高，含有更多的热量。

每小时蒸發多少吨或多少公斤蒸汽叫做鍋爐的蒸發量，它表示鍋爐产生蒸汽的能力。鍋爐的效率通常以每公斤燃料能够产生多少公斤蒸汽来計算。小型鍋爐每公斤煤一般能产生 5—7 公斤蒸汽；大型鍋爐每公斤煤一般能产生 6—9 公斤蒸汽。

人們制造鍋爐已經有一百多年历史。一百多年来，随着生产發展的需要，同时为了保証鍋爐能很好地工作，降低鍋爐的制造成本和維護費用，提高鍋爐效率，达到安全和經濟运行等目的，人們对鍋爐的構造作了不断的改进，制造出許多类型的蒸汽鍋爐，使它們能适合各种不同工業部門和其他方面的需要。

最先制造出来的鍋爐是圓筒式鍋爐，这是最簡單的老式鍋爐。它有很多缺点，比如被烟气加热的面积很小，也就是說受热面很小，因此蒸汽蒸發量很少；鍋爐里的水容积很大，要燒开鍋爐里的水，需要花很長的时间，也就是說升火时间很長。为了克服这些缺点，人們就設法从增加鍋爐的受热面、减小鍋爐的水容积兩方面来考虑改进鍋爐的構造，使鍋爐的蒸發量提高，縮短鍋

爐的升火時間。但是，要改進鍋爐的構造，水容積不能過分減小，因為水容積太小，當突然需要大量蒸汽時，就會供應不上。

因此，改進鍋爐構造的主要方面，還是提高鍋爐的受熱面。

從圓筒式鍋爐開始，改進鍋爐構造的方法主要朝着兩個方向發展。這兩個方向的共同目的都是為了增加受熱面、提高蒸汽蒸發量和減少水容積、縮短生火時間。改進圓筒式鍋爐的一個方向，是在圓筒

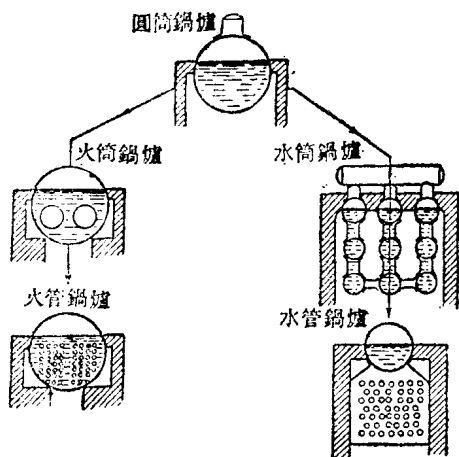


圖 1 鍋爐的發展情況。

內部添裝火筒，增加管熱面，這樣就製造出火筒式鍋爐；以後將火筒改由許多火管組成，就制成火管式鍋爐。改進圓筒式鍋爐的另一個方向是在圓筒外部添裝水筒增加受熱面，這樣就製造出水筒式鍋爐；以後將水筒改由許多水管組成，就製造出水管式鍋爐。圖 1 表示鍋爐的發展情況。

鍋爐的構造

為了使讀者對蒸汽鍋爐的基本構造有一個大概的認識，現在將我國目前常用的中小型鍋爐作一個概括的介紹。

鍋爐的基本構造

一、火筒式鍋爐

火筒式鍋爐是目前常用鍋爐中比較簡單和普遍的一種。因為火筒有橫放的也有豎放的，因此這種鍋爐又可分為兩類：一類是

臥式火筒鍋爐；另一類是立式火筒鍋爐。

臥式火筒鍋爐 最常用的臥式火筒鍋爐有兩種，就是科尼士式鍋爐和藍開夏式鍋爐。它們的構造基本上相同，主要的區別是科尼士式鍋爐只有一個火筒（也叫爐胆），而藍開夏鍋爐有兩個火筒。

臥式火筒鍋爐主要是由爐殼和火筒組成的。火筒和爐殼差不多長。火筒貫串在爐殼的內部（圖3 I）。爐殼兩頭各有一塊平形的或凸肚形的鋼板，叫做前後封頭。用鉚釘將它們和爐殼、火筒鉚接起來，做成一個封閉的容器，也就是鍋爐的主要部分。平板封頭和爐殼連接的地方，還裝有幾塊用角鐵做的拉筋板，目的是為了加強前後封頭和爐殼的連接。爐殼內盛着鍋爐水，火筒整個浸在水中。爐殼內的水面不能低於火筒上緣以上 100 公厘。爐殼中盛水的部分叫做容水空間，不盛水的部分叫做蒸汽空間。爐殼的頂部和前封頭下面各有一個人孔，檢查爐殼內部時，人可以从這裡進去。

火筒的前部從爐門到用耐火磚砌成的擋火牆，是燃料主要燃燒的地方，我們叫它為燃燒室。在燃燒室內有爐排（也叫爐箠子），燃料就在这上面燃燒。爐排上部是爐膛，下部是灰坑。爐膛的前面是爐門，爐門上有檢視孔；灰坑的前面是灰門。爐排必須有適當的間隙，目的是：一方面為了便於送入空氣幫助燃燒；另一方面可以使燃燒後的灰渣落入灰坑。

由於火筒是燃料直接燃燒的地方，它的溫度要比爐殼高，受熱膨脹也就比爐殼大。為了使火筒膨脹收縮時能自由伸縮，火筒常由幾節平滑而有凸緣的圓筒鉚接或焊接起來，使它具有彈性，不致因火筒受熱膨脹時將爐殼或封頭撐破。

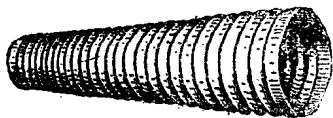
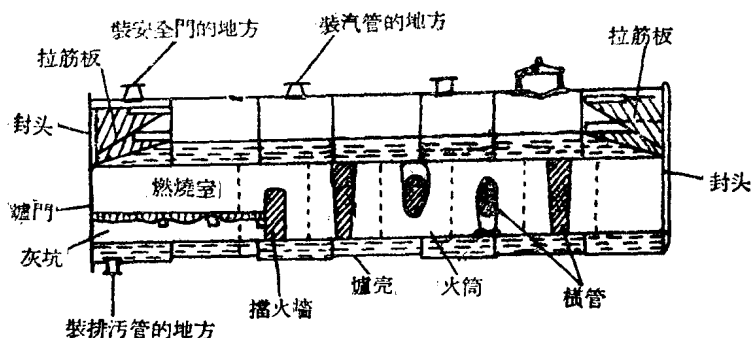
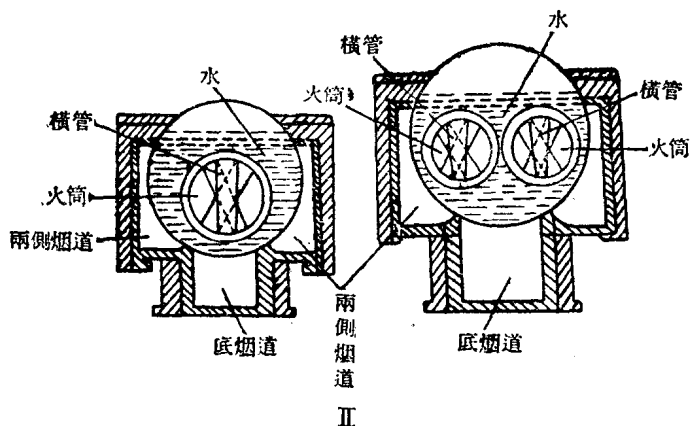


圖 2 波紋形火筒。

直徑大的火筒通常製造成波紋形（圖 2），樣這的火筒具有更大的彈性。



I



II

圖 3 臥式火筒鍋爐。

燃燒時火焰和煙氣是越過擋火牆進入火筒後部的內煙道的。內煙道和爐殼下部的底煙道相通，爐煙從內煙道繞過爐殼後部進入底煙道，再從底煙道前端分別通入爐殼兩側的側煙道（圖 3 II），然後通過爐後兩個煙道擋板而送出煙囪。這樣的構造能使鍋爐的火筒和從水面以下的爐殼部分幾乎全部成了受熱面，全部受到煙氣的加熱。有些鍋爐的煙氣通過內煙道後先經過兩側煙道，再經過底煙道，然後通過爐後的煙道擋板送出煙囪；還有一些鍋爐沒

有底烟道。底部是爐壳的支架，烟氣通過內烟道后，先經過一側烟道，再經過另一側烟道，然後通過爐后的烟道擋板送出烟囪。這些鍋爐的烟道構造雖然各有不同，但是目的都是為了充分吸收烟氣的熱量，加速水的循環。在前面爐牆靠近爐壳兩側的下部，有兩個烟道檢查門，與底烟道和側烟道相通，是檢查烟道用的。

有一些火筒式鍋爐，在火筒中加裝了三、四根交叉的橫管。這樣做可以增加鍋爐的受熱面，加速水的循環，並且由於橫管的連接，使火筒更加堅固。

目前較新式的科尼士式鍋爐的火筒不裝在爐壳的中心，而是偏在一邊（圖 4 I），這樣水在

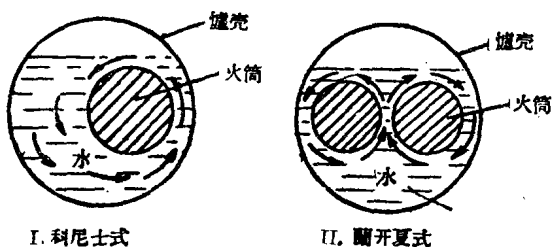


圖 4 火筒位置和水循環。

窄的地方受熱較快而上升，在寬的地方受熱較慢而下降，因而加速了水的循環，提高了蒸發量；同時在檢修時也便于清洗爐壳的內部。藍開夏式鍋爐的水循環是由兩個火筒中間往上升，然後沿爐壳的兩邊下降（圖 4 II）。

為了保證鍋爐的安全運行，舊式鍋爐的火筒上部裝有易熔塞頭。易熔塞頭內澆有易熔的鉛錫合金。它的作用是當鍋爐內的水位降低到容許水位以下時，合金受到高溫而被熔化，鍋爐水就從塞孔內化為蒸汽噴到火筒的燃燒室內，把爐排上的火澆熄，這樣可以避免火筒鋼板被高溫燒塌而造成爆炸等事故。目前只有在機車鍋爐或車輛所裝的鍋爐上裝有易熔塞頭，一般鍋爐已經不裝了。此外在鍋爐上還裝了許多重要的附件，比如壓力表、水位計、安全門、排污門、汽門、水門和管道等，這到以后再作詳細介紹。

科尼士和藍開夏兩種鍋爐的優點是：儲水量大，對蒸汽需要

量常常变动的生产部門，可以稳定地供給所需要的蒸汽；对給水品質的要求比其他型式鍋爐低一些；維護和使用簡單，并且容易檢查和冲洗。这两种鍋爐的主要缺点是：鍋爐設備較大，比較笨重，制造时需用大量的鋼鉄；由于儲水量大和水循环不良，因此升火時間較長；同时也因为儲水量大，鍋爐爆炸时的危险性也大；这类鍋爐的構造不适于供給压力較高的蒸汽。

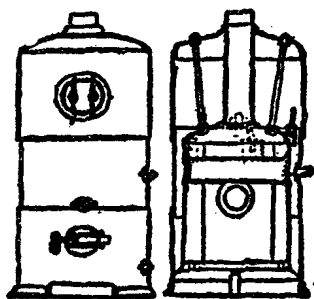


圖 5 立式火筒鍋爐。

立式火筒鍋爐 立式火筒鍋爐也是鍋爐中最簡單的一種，現在还被广泛地用作企業、机关和其他事業部門的暖汽鍋爐。这种鍋爐的構造如圖 5 所示。爐壳和火筒都是直立的。火筒裝在爐壳內的中下部。火筒的下部是爐膛、爐排和灰坑；火筒的上部有直立的火管直达爐壳頂部的出口和烟囱相連結，这根火管也叫做揚管。火筒中还交叉地裝了二、三根橫管，它們的作用是增加受熱面、帮助水的循环和使火筒坚固。这种鍋爐的水面不得低于火筒以上 50—100 公厘，因此揚管的一部分浸在水里，另一部分在蒸汽空間里。由于水的冷却作用較蒸汽冷却作用大，因而揚管上下兩部分的温度相差很多，所以很容易被腐蝕而損坏。火筒和爐頂之間有几条拉筋板，也是为了將火筒联結牢固，不致移动。爐壳上部有一人孔，爐壳中部对准橫管孔的地方有几个手孔，这都是为了檢查和清洗鍋爐內部用的。

这种鍋爐的优点是：設備簡單，占地位小，安裝和使用方便，制造时容易并不需要磚工。缺点是：鍋膛內燃燒后的烟气經过揚管后直接从烟囱跑出，热量跑掉的多，被利用到的少，因此蒸發量比較低；汽压小，效率也很低。

二、火管式鍋爐

火管式鍋爐比火筒式鍋爐進了一步。它是用許多火管代替火筒式鍋爐中的火筒，這樣使鍋爐的受熱面增加了很多。火管式鍋爐的種類很多，有臥式火管鍋爐，也有立式火管鍋爐。由於臥式火管鍋爐存在許多缺點，沒有廣泛地被應用，因此這裡只介紹常用的二種立式豎火管鍋爐和一種立式橫火管鍋爐。

立式豎火管鍋爐最常用的立式豎火管鍋爐有兩種，就是管沉沒式鍋爐和管全長式鍋爐。它們的構造基本上相同，主要的區別是管沉沒式的火

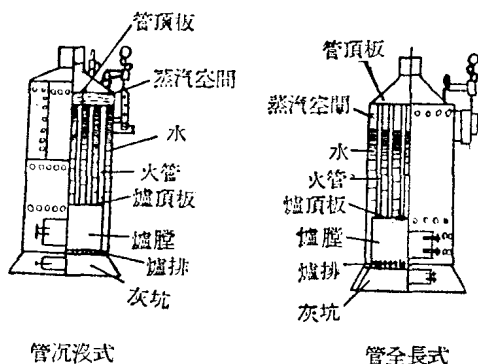


圖 6 立式豎火管鍋爐。

管完全沉沒在水中；而管全長式的火管一部分沉沒在水中，另一部分在蒸汽空間里。

圖 6 是表示這兩種鍋爐的構造。鍋爐爐殼內上下有兩塊平行頂板，叫做管頂板和爐頂板。火管直立地裝在這兩塊頂板之間。火管的粗細是根據燃料而定，用煙煤的火管直徑要大一些，而用無煙煤、柴油和煤氣的火管就比較小一些。燃料是在爐頂板下面的燃料室里燃燒。燃燒時產生的火焰和煙氣經過火管而通入爐殼頂部的煙囪中去。從圖中可以看出：管沉沒式鍋爐上部的蒸汽空間比較小，因而蒸發的蒸汽常帶有細小的水滴；但是這種鍋爐的火管都沉沒在水中，因此火管不會因過熱而被燒壞。管全長式鍋爐上部的蒸汽空間雖然也比較小，但是它有一部分火管在蒸汽空間里，水蒸發為蒸汽後仍舊能受到火管的烘烤，因此得到的蒸汽中，含有的細小水滴就比較少些；但是像立式火筒鍋爐的揚管一

样，在蒸汽空间中的火管的温度，因为不能得到水的冷却，温度就比较为高，因此火管容易被烧起泡，火管和管顶板接头的地方（叫做胀口）容易漏水。

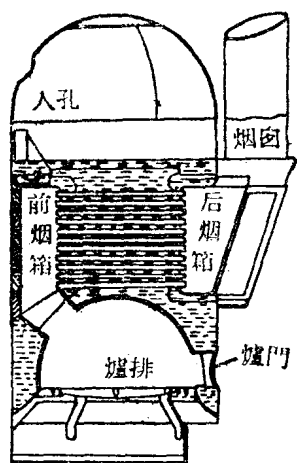


圖 7 考克蘭式鍋爐。

这两种鍋爐的共同优点是：構造較簡單，外形緊湊，占地位小，建造或安裝時不要磚工，便于搬運，管理方便。它們的缺点是：汽壓低，蒸發量小，不便清除鍋爐里的水垢，檢查鍋爐困難，在管子脹口處常常會漏水。

立式橫火管鍋爐 立式橫火管鍋爐又叫考克蘭式鍋爐。它的構造如圖

7 所示。这种鍋爐的爐膛也在爐壳的下部。爐膛上部是做成半圓球形的，爐排是平放的。由于爐膛上部是半圓球形，因此不但堅固耐壓，而且還能幫助燃料完全燃燒。火管橫裝在爐壳中部，完全沉沒在爐水中。爐壳內水面最低不得低於火管以上 75—100 公厘。燃燒時煙氣經過窄狹的火筒通入前煙箱，再折轉進入火管通到后煙箱，然後從煙囪排出。前煙箱的背板是用耐火磚砌成的，運行時可以防止燒壞鋼板。檢修時拆去耐火磚，打開煙箱門，就可很方便地清掃火管。

这种鍋爐的优点是：安裝簡單，搬運便利，管理方便，占地位少，建造或安裝時不需要磚工，用煤省，蒸發量較大。缺点是汽壓低，不易清除鍋爐水垢，檢查困難，在管子脹口處常常會漏水。

三、混合式鍋爐

混合式鍋爐是火筒鍋爐和火管鍋爐組合而成的鍋爐。也就是在同一爐壳內既有火筒又有火管的鍋爐。混合式鍋爐主要用在交通運輸和公用事業方面。我國長江以南的農村中所用的鍋駝機也

屬於這一類。目前常用的混合式鍋爐有兩種，就是機車式鍋爐和船舶式鍋爐。

機車式鍋爐 機車式鍋爐的爐壳內，前部是火箱（就是火

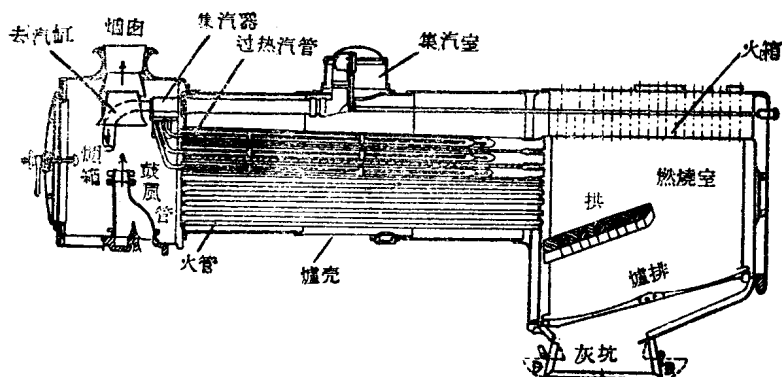


圖 8 機車式鍋爐。

筒），後部是火管（圖 8）。爐壳和火箱之間用許多撐條，可使火箱在車輛震動時不會移動。爐壳和火箱之間盛爐水，好像用水做成的夾層。火箱上部裝有易熔塞。火箱內部是燃燒室。燃燒室里的爐排是傾斜的；爐排上面有用耐火磚砌成的拱，它的作用是使燃燒後的煙氣流向前方，然後再折向後部煙管，這樣不但可使燃燒完全，而且可使大部分火筒受熱。煙氣經過火管後就進入煙箱，然後再經過煙囪排到大氣中去。火管有大小兩種，在大火管的中間裝有一組蒸汽過熱汽管，它的作用是使含有細小水滴的飽和蒸汽再受熱變為不含水滴的過熱蒸汽。

這種鍋爐的通風很特別。因為它的煙囪很矮，通風不暢快，因此就利用汽缸里排出的廢汽經過鼓風管而把爐煙帶出煙囪。鼓風管周圍裝有一個多孔的空環，沒有廢汽可用時，就可以通過這個環把新蒸汽引入鼓風管幫助通風。在爐壳的中上部有一凸起的圓筒叫做集汽室。汽管從集汽室將飽和蒸汽引到過熱汽管中去，

从过热汽管出来的过热蒸汽就可以用来推动机车。

这种鍋爐的优点是：建造时不需要磚工，有足够的儲水量，可以应付負荷的变动，升火較快，受得住震动。缺点是：不容易清除水垢，不能产生高汽压，構造上沒有伸縮性，管子脹口容易漏水，爐壳和火箱之間有許多撑条，火管中間又有过热汽管，因此不容易仔細檢查鍋爐內部。

船舶式鍋爐 船舶式鍋爐的火筒在爐壳內的中下部，如圖 9

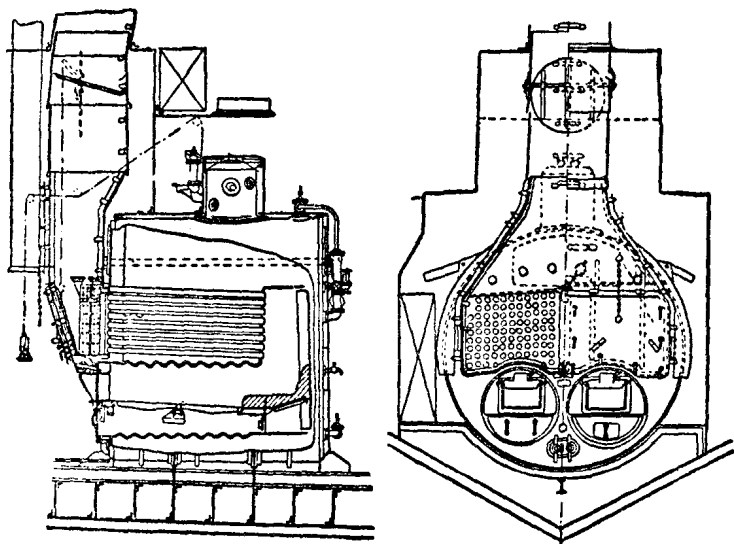


圖 9 船舶式鍋爐。

所示。火筒的后部和火箱相連，火管橫裝在火筒上部，火管的一端裝在火箱的前壁上，另一端裝在爐壳的前頂板上。前頂板和烟箱相連。火筒內是燃燒室，当燃料燃燒时，烟氣自火筒进入后部直立的火箱中（火箱很高，能够使燃料完全燃燒），再从火箱反折入火管，烟氣通过火管經烟箱从烟囪排出。这种鍋爐的火筒有兩個的，也有四個的，它們的烟箱都連在一起。有时也可將几座鍋

爐并列安裝，共用一個連通的煙箱和一個煙囪。

這種鍋爐的構造很緊湊，受得住震動，管理簡單，因此廣泛地應用在船舶上。它的優點和缺點跟機車式鍋爐大致相同。

鍋 爐 的 附 件

為了保證鍋爐工作的安全和可靠，鍋爐上裝置了許多儀表和附屬設備，用它們可以檢查和保證鍋爐的安全以及調節給水和蒸汽，這些儀表和附屬設備都叫做鍋爐的附件。鍋爐附件中主要的有壓力表、安全門、水位計、汽門、水門和排污門等。現在分別介紹如下：

一、壓力表

壓力表是用來測量鍋爐爐殼內的蒸汽壓力和給水管或省煤器里的給水壓力的。測量蒸汽壓力的叫做汽壓表，測量給水壓力的叫做水压表。每座鍋爐都應該裝有準確可靠的汽壓表和水壓表。汽壓表和水壓表的構造相同。常用的壓力表如圖 10 所示。

壓力表的外殼是一個圓形的金屬盒，盒的一面是一塊平玻璃。在盒里面有一個扁圓空心的彈簧管，彈簧管的一頭接通鍋爐的蒸汽空間或給水管，另一頭是堵死的。堵死的一頭接在一組能帶動指針轉動的小齒輪上。當彈簧管的內部受到壓力時，就會伸張並且帶動齒輪，使指針指到某一位置，從這個位置上我們就可知道鍋爐的蒸汽壓力或給水管的給水壓力的

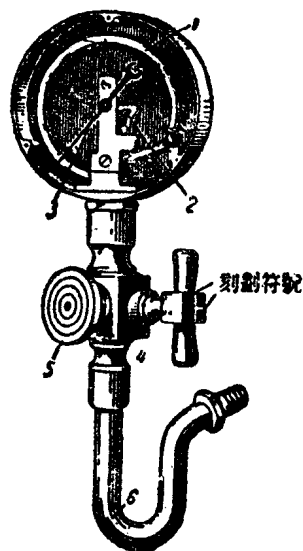


圖 10 壓力表，三通開關和虹吸管：

1. 空心彈簧管； 2. 齒輪結構；
3. 指針； 4. 三通開關； 5. 裝校驗表的盤； 6. 虹吸管。