

船舶柴油机动力装置

(管系及设备)

下 册

上海交通大学 240 教研组编

一九七五年

第十一章 蒸汽管系

§ 11-1 典型船舶的蒸汽管系

§ 11-1-1 内燃机船上蒸汽的用途及其特点

在内燃机船上，蒸汽这一工质，虽然不比蒸汽船上作为主要工质，但还是不可缺少的。它的使用范围，依据船舶的大小、种类和航行区域而不同。

在小型船舶上，蒸汽用在主机起动时暖缸，用在生活上蒸饭、热水和房间取暖等等。

在大型船舶上，除了暖缸、生活需用外，还用来加热燃油和滑油使之保持一定粘度。

在油轮上，还需要蒸汽来加热货油和清洗货舱；为了保证安全，有些辅机不能用电动机驱动而要用蒸汽动力机。这种船舶，蒸汽需要得特别多。

此外，还有空调系统，吹洗海底门（冬天结冰时）、洗衣机等等也都需要蒸汽。

内燃机船上的用汽设备是比较少的，除了油轮由于有蒸汽动力机和加热货油、清洗货舱需要较多的蒸汽和较高的气压，有时甚至要求过热蒸汽之外，都是只需要少量的低压蒸汽。例如万吨货轮，只要求锅炉产生汽压不超过8公斤/厘米²，产量不超过2吨/小时的饱和蒸汽。

§ 11-1-2 蒸汽管系的基本组成

在内燃机船上，蒸汽管系粗看起来有的比较简单，有的比较复杂，但实质上都是非常简单的，仅是因为用汽设备有多少，要求的汽压可能有所不同，引起分支线路有多有少。图11-1表示蒸汽管系的基本组成。

从锅炉产生的蒸汽，经蒸汽伐引到蒸汽分配管，分配到各个用汽设备。蒸汽在各个用汽设备中放出热量，冷凝成凝水，在蒸汽压力的作用下流到凝水柜汇集，经阻汽器（也叫疏水器）流入凝水柜。锅炉给水泵由凝水柜吸水，泵入锅炉，完成了汽——水循环回路。

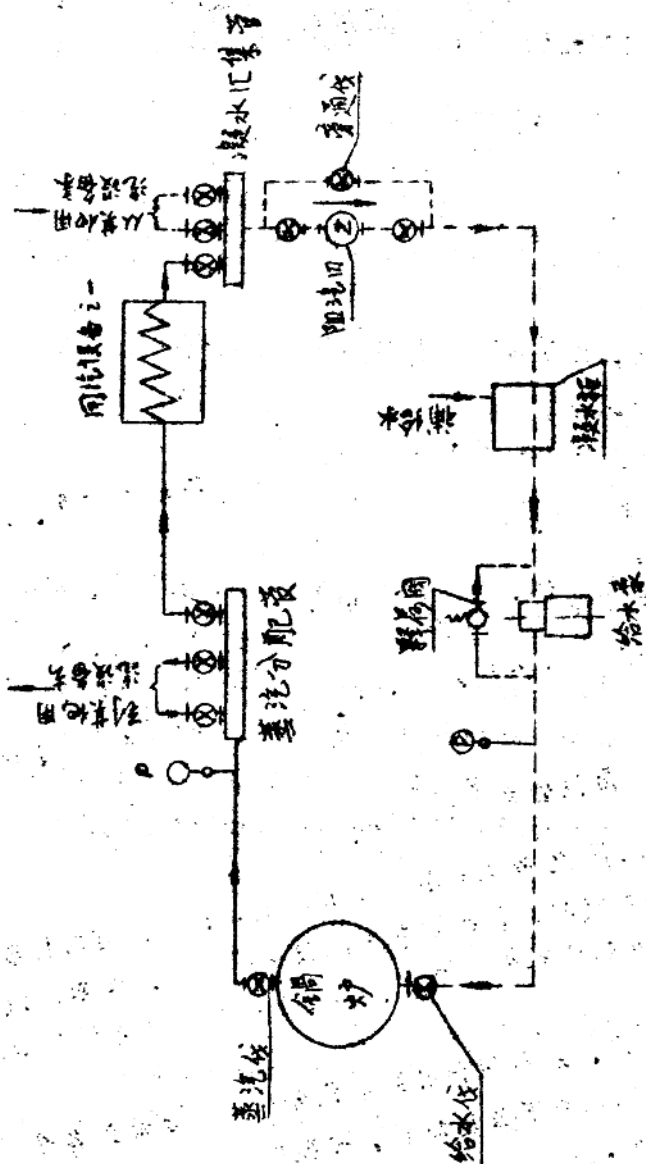


图 11-1

蒸汽分配管和凝水汇集管是为了简化管路和便于操纵。它们的数量和按装地点根据管路布置决定。从凝水汇集管流出的凝水必须经过一只阻汽器，以免有未被液化的蒸汽流出，从而保证了蒸汽中可用热量得到充分利用。为了保证在阻汽器损坏时凝水仍能流向凝水柜，与阻汽器并联有一只旁通伐，亦在阻汽器前后各加入了一只截止伐。在阻汽伐损坏时，关闭截止伐，打开旁通伐，凝水就能继续流动，从而保证了用汽设备的正常用汽。

凝水必须先流入一只凝水柜，然后由给水泵从凝水柜吸水，这是因为在实际工作时，从各用汽设备流出的凝水，由于漏汽、漏水，用汽设备用汽量的突变，总是和需要送入锅炉的给水量不平衡的。凝水柜就起了整个系统中水量的调节作用，凝水太多时储在凝水柜中，凝水太少时由淡水压力柜补充入凝水柜。

锅炉中的水不断地蒸发成蒸汽而向外输出，水位不断下降。为了使锅炉中经常存有一定量的水，也就是为了保持水位不变，以保证锅炉正常工作，就需要不断向锅炉补充入炉水。给水泵就担负着将凝水柜中的凝水，依据锅炉的需要，不断地经给水伐送入锅炉。送进锅炉的水，习惯上叫做给水。

为了防止给水泵压出管路的压力过高，在压出管路和吸入管路间装有一只释荷伐。当给水管路压力超过预定值时，给水就经释荷伐回入给水泵吸入端，从而降低了给水管路的压力。

由此可见，所谓蒸汽管系实际上包括凝水管系。如果没有凝水管系，用过的蒸汽或凝水将排入大气，而锅炉需要的给水将需另外供应，这显然是非常不经济的。

§ 11-1-3 典型船舶的蒸汽管系

图 11-2 是上海船厂为 900 匹马力柴油机港作拖轮设计的蒸汽管系的原理图。

从图 11-2 可以看出，这一船舶的蒸汽只用来在冬天加热和吹海底门的结冰。加热除了用于艙室的供暖外，还用于在主机启动前加热主机气缸套中的淡水和滑油循环柜中的滑油，以便主机启动。为了防止凝水柜内凝水在冬天停泊时可能结冰，有一路道往凝水柜加热。

为了简化管路和便于操纵，蒸汽和凝水管路用分配管和汇集管分成左舷、右舷、船部和艏部几个分支。

由于只用来加热，所以采用了4公斤/厘米²的低压蒸汽。

为了考虑锅炉给水泵可能损坏，设置相应的旁通管路，必要时可用消水泵来替代给水泵，向锅炉供应给水，以保证锅炉正常工作。

图1-1-3为万吨轮的蒸汽管系图，其基本原理仍与前述的道理相似，只是由于加热设备较复杂，需要热量也较大，故分设了付锅炉和废热锅炉蒸汽分配器也增加了几个，另外设有大气冷凝器和热井来代替前述的凝水柜，在很多凝水疏水管路中采用了止回阀。整个系统图虽然看上去比900匹拖轮要复杂得多，但只要按照蒸汽、给水、凝水、疏水线路看下去，再结合每个加热设备的作用，就不难将繁杂的系统完全理解。

§ 1-1-2 内燃机船上的锅炉

§ 1-1-2-1 锅炉种类

锅炉的种类是很多的。在船舶上，按用途来分有主锅炉和付锅炉。所谓主锅炉，是指主要用来产生蒸汽以推动船舶主机使船舶航行的那只锅炉，而付锅炉是指专为在船舶停泊时或者航行时产生蒸汽以推动付机或供加热、生活需用的一只或几只锅炉。显然主锅炉的压力高、产量大，尺寸大，而且比较复杂，付锅炉的压力低，产量小，尺寸小，比较简单。

在内燃机船上当然只有付锅炉而没有主锅炉。内燃机船上的付锅炉，按其加热的热源，有燃油锅炉和废热锅炉之分。废热锅炉是装在柴油机排气的烟道中，利用柴油机排气中的热量来加热水或产生蒸汽，这样可以回收柴油机排气中含有的大量热量中的一部分，就是习惯上所说的废热利用。一般来说，这一废热锅炉只装在主机的烟道中。在航行时，全船需要的蒸汽由它来供应或者由燃油锅炉补充一些。在进出港时和停泊时，改由燃油锅炉来供应蒸汽。有的船上，为了简化设备，把燃油锅炉和废热锅炉合并成一个锅炉，这种锅炉叫做混合式锅炉。

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

§ 11—2—2 几种典型烧油锅炉

图 11—4 是 900 匹马力柴油机拖轮上使用的烧油锅炉结构示意图。

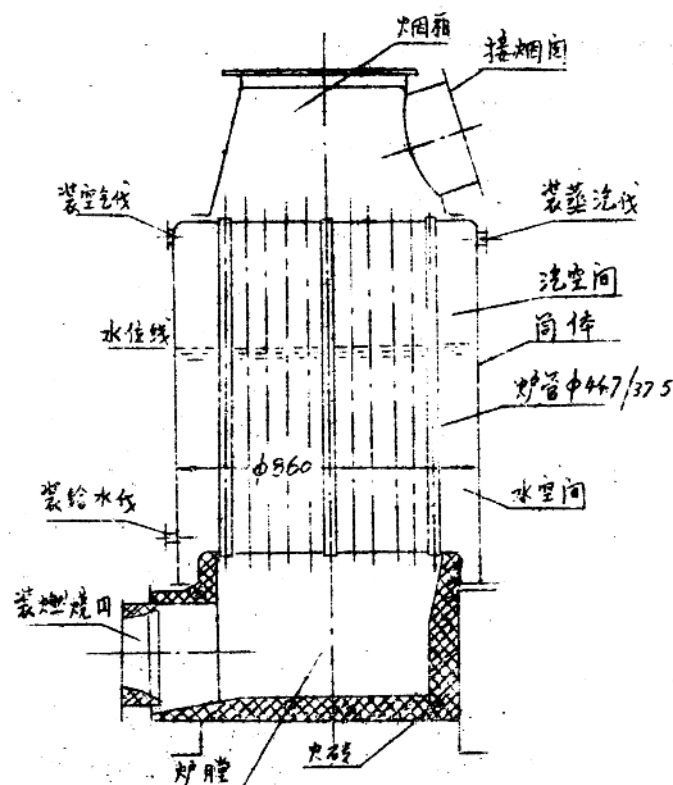


图 11—4 立式竖烟管付锅炉

一个直立的直径为 860 毫米的圆筒，底部座落在内壁砌有耐火砖的炉膛上。炉膛侧面（图左侧）开有一个装燃烧器的孔，油和空气经燃烧器调制后进入炉膛燃烧。

圆筒底板和顶板之间装了许多直径为 44.5/37.5 毫米的炉管，筒内经常保持有约 3/4 筒高的炉水。水位以下盛水的部分叫做“水空间”，水位上面存汽的部分叫做“汽空间”。

油在炉膛中与空气混合燃烧后形成的热烟气向上流入炉管，上升到圆筒顶部的烟箱，经烟囱排入大气。

锅炉产生蒸汽的过程是这样的。在锅炉点火前，打开装在汽空间上部（汽空间顶部）筒体上的空气伐。由给水泵来的给水经过汽空间下部（水空间）筒体上的给水伐进入锅炉，使炉水达到规定水位。开动风机，然后开动油泵，把空气和油分别送入燃烧器。燃烧器中的喷油头把油雾化成雾喷入炉膛，燃烧器中的调风器（控制空气进入方向和速度的设备）使空气旋转入炉膛与油雾混合。在开动油泵的同时，从燃烧器点火孔内塞进点火棒，使火种达到油头前端。油风混合物遇到火种后立即着火燃烧。燃烧放出热量造成火焰和热烟气。空气和油不断送入，燃烧就继续不断。燃烧生成的炽热火焰和烟气，一面向上流动，一面把热量传到与火焰照耀到的和热烟气接触到的钢板和钢管，通过钢板和钢管，热传到另一侧的水里去。这些一侧与火焰或烟气接触而另一侧与水接触的金属表面叫做“锅炉受热面”。炉水受热后温度上升，到一定温度（在空气伐打开时为 100°C ）时开始沸腾。继续受热，部分炉水蒸发成蒸汽，但这时温度不变。随着汽空间蒸汽的增加，汽空间中的空气被从空气伐中赶出，最后空气被赶光，蒸汽开始从空气伐中排出。这时关闭空气伐，汽空间的蒸汽逐渐增加，整个锅炉的压力逐渐升高，炉水温度也随着升高。当装在汽空间筒体上的压力表读数上升到规定值时，就可打开蒸汽伐，把蒸汽送到各个用汽设备。这时油量和风量随着蒸汽排出量的增加而增加，使汽压维持不变；水泵也加速运转，以增加送入锅炉的给水量，使水位维持不变。

在图11—4所示的锅炉炉管内部，流动的是烟气，所以这一锅炉属于烟管锅炉。又因为筒体是直立布置的，所以它又属于立式烟管锅炉。属于这一类锅炉的结构型式还有许多种，这里不再一一赘述。

900匹马力港作拖轮上的锅炉的技术特性是：

蒸发量	120公斤/时；
工作压力	5公斤/时；
受热面积	7.0米 ² ；
锅炉本体重	998公斤
锅炉外形尺寸	1900× ϕ 1420

图11—5为装在“东风”和“朝阳”等万吨轮上的烧油锅炉，其筒体虽然也是直立布置的，但其管子却是水平布置的。

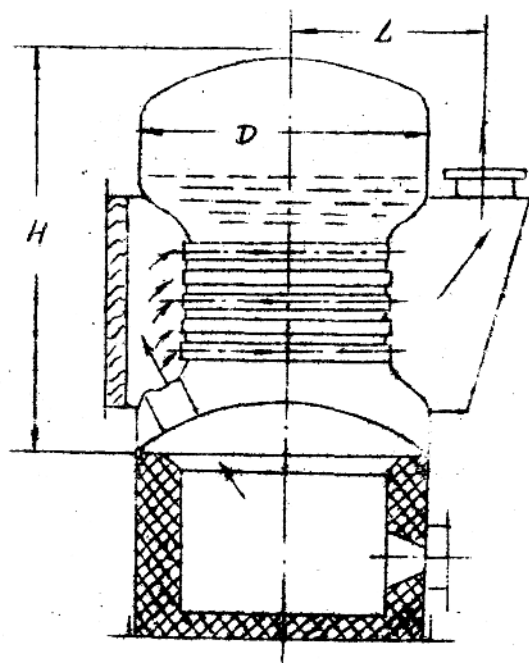


图 1.1—5 立式横烟管付锅炉

图 1.1—6 是另一种立式烟管付锅炉，与图 4 的锅炉相似，它的优点是炉管不是用光圆管而是扭成麻花形。这样可使烟室沿管内流动时与管壁接触得好些，因而改善了传热。

图 1.1—7 是装在“风雷”、“风光”等万吨轮上的卧式烟管付锅炉原理图。

在一个平放的圆筒的中部装上一个平放的小圆筒作为炉膛，圆筒 2 前后二端板之间，围绕着炉膛装上许多烟管（内部为烟气流过的炉管）。后烟箱内装着隔火墙把烟管分成如图中右剖视图所示的三小群。在圆筒前端围绕着燃烧器装有前烟箱。烟气离开炉膛后进入隔火墙形成的燃烧室完成燃烧后进入中下方的一群烟管，向前流入前烟箱，由之再转入左右二群烟管，向后流入后烟箱，通往烟囱。

图 1.1—8 为万吨轮“安源”和“长风”轮上的烧油锅炉结构示意图。

这种锅炉的上部有一只半球形顶板的鼓筒，下部有一只里面装有

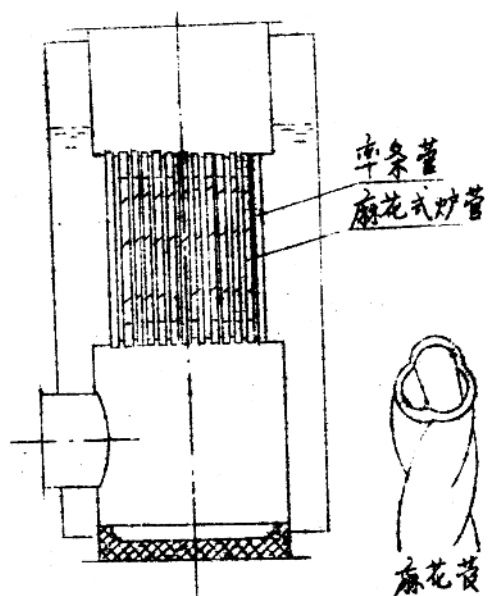


图 11-6 立式燃油付锅炉 (用麻花管)

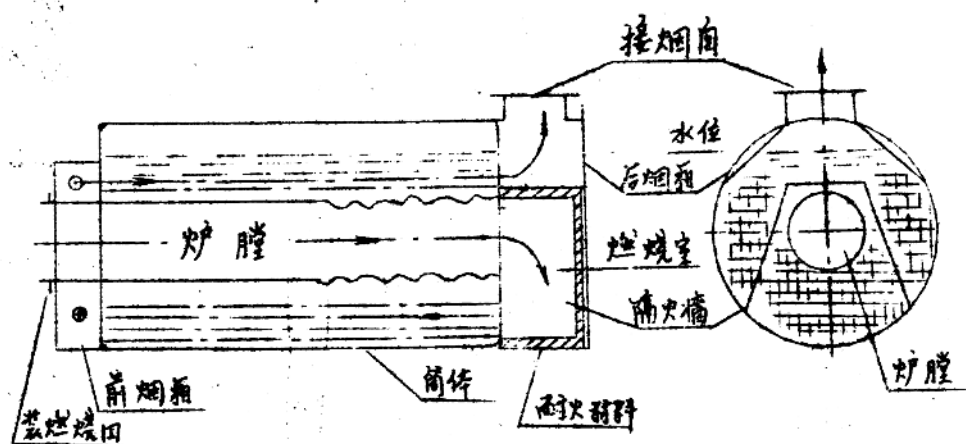


图 11-7 卧式燃油锅炉

半球形炉膛的鼓筒，二鼓筒之间用许多44.5/37.5毫米的细管和二根外径299毫米的粗管相连。水位在上鼓筒的中央附近。

油在炉膛内燃烧生成的火焰和烟气，首先在炉膛内向四壁传热，然后经炉膛出口流入管束向烟筒流动，在流经各根管子时，以对流方

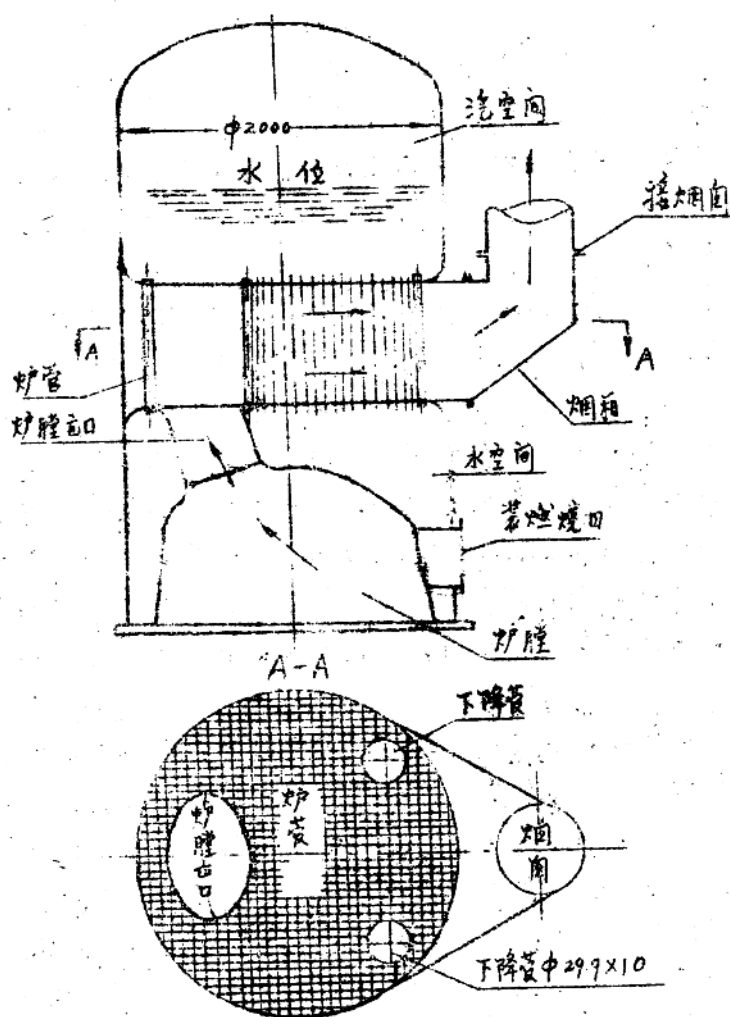


图 11-8 立式水管锅炉“弗来明”锅炉

式经管壁传给管内的炉水。

下鼓筒内炉水及管内炉水受热后因有汽泡产生，形成汽水混合物，它的比重比不受热或少受热（在二根粗管内的水）的炉水轻，因之沿细管向上流动进入上鼓筒，汽水分离，汽泡上升入汽空间，炉水与其他炉

水汇合在重力作用下二根粗管向下流入下鼓筒，以补充向上流去的水。这样在锅炉工作时，炉水始终从上鼓筒沿着二根粗管向下流入下鼓筒，再从下鼓筒经细管向上流入上鼓筒，周而复始，循环不已。对这种现象，技术上叫做“水循环”。专门用来供炉水向下流动的叫作“下降管”，例如图11-2所示的那二根粗管。炉水或汽水混合物在里面总是向上流动的那些管子，例如图11-8所示锅炉的那许多细管，叫做“上升管”。

这种锅炉的管子中，流动的是炉水，所以属于水管锅炉。因为鼓筒是直立布置的，所以又属于立式水管锅炉。属于水管锅炉的结构型式比烟管锅炉还多，这里也不再一一赘述了。

水管锅炉有水循环，热管锅炉也有水循环，没有水循环的锅炉是不能工作的。水循环组织得越好的锅炉，升汽快速，过载能力强。水管锅炉的水循环有明确的线路，因此说它组织得好；而在烟管锅炉，没有明确的水循环线路，所以升汽慢，不能过载。但由于柴油机机船上的付锅炉，在这方面要求不高，所以水管锅炉并不比烟管锅炉有突出的优点。

图11-8介绍的这种锅炉型式，习惯上叫做“弗来明”锅炉。“安源”和“长风”轮上的“弗来明”锅炉的技术特性为：

蒸发量：1800公斤/时； 锅炉效率：80%；

工作压力：7公斤/厘米²； 锅炉本体干重：8吨。

受热面积：54米²； 外形尺寸：（高×直径）4000×
φ2600

§ 11-2-3 几种典型废热锅炉

图11-9是装在“风光”轮上的废热锅炉，结构非常简单。外壳是一个高2000毫米，内径1860毫米的直立圆筒，二端板间装了372根φ51/45的麻花管和35根φ53/41的牵条管，主机排气由圆筒底部进入那些407根炉管，将一部分热量传给管外的水后，从圆筒上面进入烟囱。麻花管的作用是使烟气沿管内流动时与管壁接触得好些，因而改善了传热效果，缩小了锅炉尺寸。

这一锅炉的技术特性是：

蒸汽产量: 1600 公斤 / 时。

工作压力: 7 公斤 / 毫米²。

受热面积: 112 米²。

烟气阻力: 400 毫米水柱。

图 11-10 是装在我国某些万吨轮上主机排气管中的废热锅炉, 在它里面并不产生蒸汽。所以叫它做废热热水锅炉。它与另一烧油锅炉联合组成一个锅炉装置, 这将在下面介绍。

在一段长方形的烟道内装入许多弯曲成蛇形的水管, 这许多蛇形水管的上下二端分别同上下二个集管连接, 如图所示。较冷的水, 由水泵在一定压力下送入上集管, 水就沿那些并联的蛇形管由上而下流入下集管, 最后热水从下集管流出送到烧油锅炉。

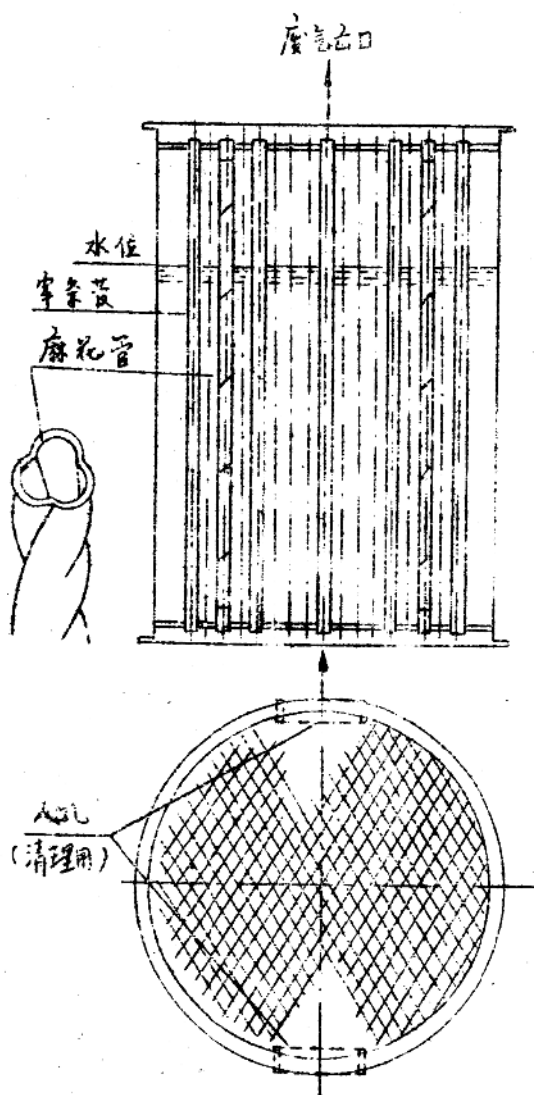
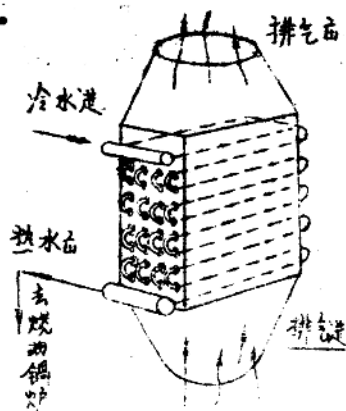


图 11-9 废气锅炉 (麻花管式) 风光轮

图 11-10 废气热水锅炉

水在锅炉内靠水泵的压力强迫流动的，所以叫做强制循环。在炉管内水的温度不断升高，高于相当于烧油锅炉汽压的饱和温度，但低于管内水压的饱和温度下，并不变成蒸汽，所以叫它做热水锅炉。

§ 11-2-4 典型混合式锅炉

图 11 是“大理”轮上的烧油——废热混合立式水管锅炉。

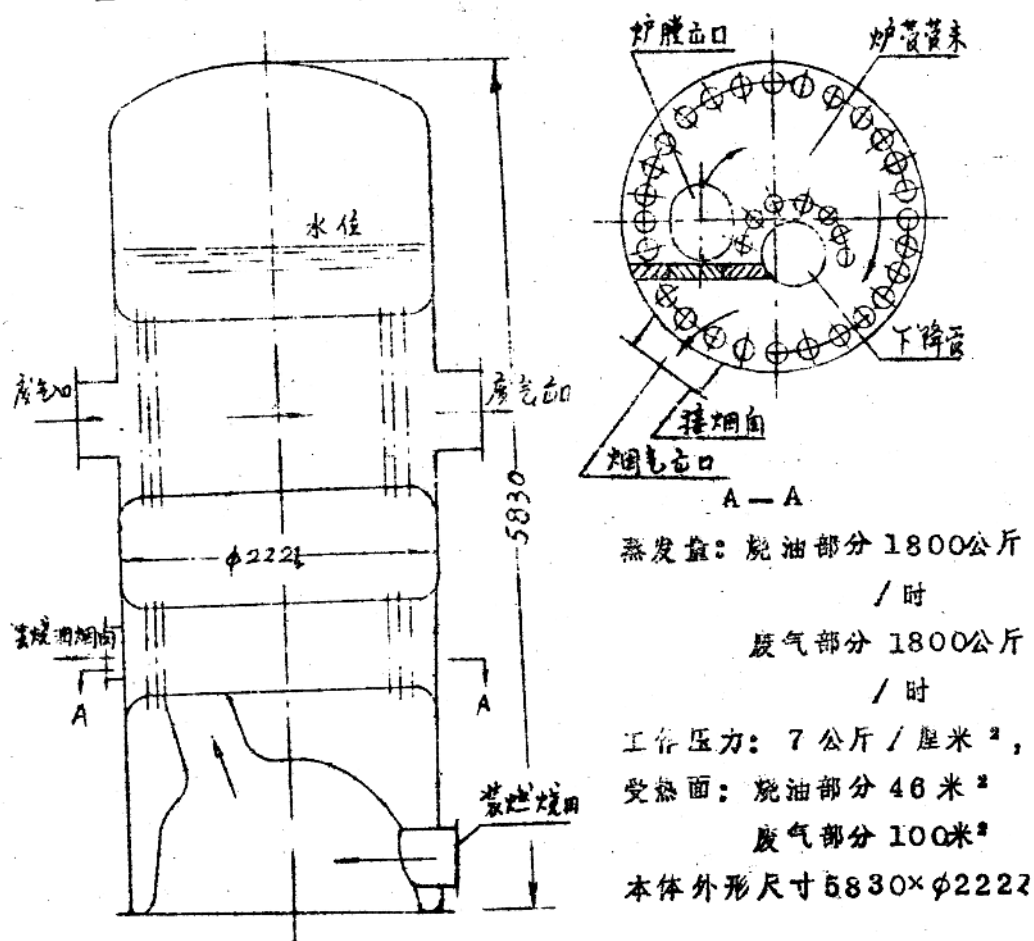


图 11-11 混合式锅炉（水管式）

这一锅炉是由图 11-8 所示的“弗来明”锅炉演变而成。特点是把烧油锅炉与废热锅炉两者合并在一起，组成烧油——废热混合立