

大众科学识丛

水蒸汽

(苏联) 鲍勃洛夫斯基



科学普及出版社

本書提要

水蒸汽是一种非常經濟的能源，它在动力工業、交通運輸業中的应用十分广泛，例如在現代化的原子能發電站中，也必須要用到它。

本書是介紹水蒸汽的性質、获得和应用的通俗科技讀物。

書中敘述了人类利用水蒸汽的厂史、蒸汽动力机械的改进过程和目前水蒸汽在陸上、水上交通運輸工具以及动力工業方面的各种应用。

总号：964

水蒸汽

ВОДЯНОЙ ПАР

著 者：Г.С. БОБРОВСКИЙ

原出版者：ГОСТЕХИЗДАТ, 1958

譯 者：徐 道 琴

出版者：科 学 普 及 出 版 社

(北京市西便門外郵家樓)

北京市書刊出版業營業許可証出字第091号

發行者：新 華 書 店

印刷者：北 京 市 印 刷 一 厂

(北京市西便門南大街乙1号)

开 本：787×1092 1/32

印張：1 1/2

1958年12月第 1 版

字數：28,000

1958年12月第1次印刷

印數：6,250

統一書号：15051·139

定 价：(9)2角1分

目 次

緒言	1
I. 水蒸汽的物理性質	2
1. 物質結構	2
2. 能量	3
3. 熱能	5
4. 功和功率	6
II. 水蒸汽的獲得	7
1. 飽和蒸汽和過熱蒸汽	7
2. 蒸汽鍋爐的型式	11
3. 蒸汽鍋爐的監察	24
III. 水蒸汽的應用	25
1. 蒸汽機	25
2. 陸上運輸工具採用的蒸汽機	33
3. 水上運輸工具採用的蒸汽機	35
4. 汽輪機	37
5. 水蒸汽熱量的應用	49
結束語	51

緒 言

人类很早就开始創造減輕劳动和提高劳动生产率的机器。最初創造了簡陋的多斗提水水車，它是受人脚踏的重力作用而轉动的，以后由畜力代替人力来完成这一工作。后来人們發現斗里注滿水的水車会自己轉动，利用这个方法創造了注水水車，几百年来就用这种水車推动磨、鋸木机、打鉄用風箱、水泵和軋鋼机等。甚至目前在农村的小磨房里还用这种水車。

但并不是任何地方都能利用水能的，因此又出現了風車。久而久之，無論是水車、風車或畜力都不能滿足日益增長的工業的需要了。在 17 世紀末和 18 世紀初，这种动力不足的現象显得特別严重，例如当时工業最發達的国家——英国——由于木炭不能滿足金屬开采工業和金屬加工工業的需要，因此不得不組織采煤。在煤井中，水是妨碍工作的，水仍然用水車抽出来，有时甚至要用尺寸大得惊人的水車(直徑在 15 公尺以上)。为了帶动水泵，需要好几百匹馬，但是这些工具仍然不能抽出較深处的水。

这样，就迫切需要功率較大和經濟性較高的發动机了。結果，这种發动机終于被創造出来了——發明了蒸汽机。当然，最初它是極不完善的，但它畢竟在任何地方都能用，而且与馬比較只需要相当小的費用。

蒸汽机提高了劳动生产率。以后蒸汽机达到了很完善的程度。就是在我們这个时代——电气和原子能时代——水蒸汽力还没有失掉它的作用。水蒸汽广泛地应用在国民經济的各部門中。甚至原子能發电站也是用水蒸汽来發電的。

水蒸汽是什么？国民经济中怎样获得和怎样应用它？这就是本書所要談的。

I. 水蒸汽的物理性質

1. 物質結構

为了說明水蒸汽的物理性質，我們先来研究一下物質的結構。

科学上已經确定，自然界的一切物体都是由肉眼看不見的最小的微粒——分子和原子——組成的。

分子和原子小到甚至用放大倍数最大的显微鏡都看不見。英国物理学家湯姆遜举了这样一个例子：假定把一杯水中的所有分子都作上記号，然后将水倒入海內，那末水在所有的海洋中混和以后，在海洋的任何一处所取的每一杯水中將約有 100 个这样的分子。

研究的結果确定，分子是在不断地运动着的，并且保持一定的距离相互作用着。例如在固体中分子之間相互吸引的力極大，因此要把固体分开或改变固体的形狀，就必须加一定的力。液体又是另外一种情况。液体分子間的結合比固体要弱得多，因此液体容易改变形狀，而且它总是具有盛液体的那个容器的形狀。气体分子間的結合更弱，分子之間的距离極大，因而相互吸引的力很小，所以气体尽量想佔据無限的体积，它的分子自由地向四面扩散。

气体和蒸汽是有区别的。蒸汽(例如水、水銀、乙醚、氨、汽油等的蒸汽)是这样一种气体，它是由液体生成的，在普通大气压力下与液体同时存在，并且很容易变成液体。而气体(例如氫、氧、氮等)却比較稳定，必須在非常低的温度和高的压力下，

才能轉變成液体。無論是氣體狀態或蒸汽狀態，都是物質分離成單獨分子時的狀態，在這些分子之間幾乎沒有吸引力作用。

分子是否可以再分成更小的微粒呢？是可以的。它可以再分成原子，雖然原子是分子的組成部分，但是它將不再具有分子的性質。分子可由同種的和非同種的原子構成。由同種原子構成的分子所組成的物質叫做單質。反之叫做化合物。例如由同種原子構成的氧或氫的分子為單質，而由兩個氫原子和一個氧原子構成的水分子屬於化合物。

物質可以發生各種變化（由一種狀態轉變成另一種狀態——固體、液體、氣體），但物質在轉變時，既不會消滅，也不會創生。以水的蒸發為例，雖然蒸汽迅速地消失，但轉變成氣體狀態的水的物質並沒有消滅，混在空氣中的蒸汽的最小微粒的重量等於蒸發掉的水的重量。又以燃料的燃燒為例。例如燒盡的木柴只留下一堆灰，而煤油卻完全燒光。驟然看來，好像燃料的物質消滅了，但實際上它與空氣中的氧化合，轉變成另外一種形式的物質——燃燒的氣體產物（二氧化碳、氧化硫等）。上述例子都說明了物質不滅定律。

偉大的俄國學者羅蒙諾索夫用以下幾句話說明了物質不滅定律：“自然界中一切狀態的變化都具有這樣一種本質，即某一物體減少的量和另一物體增加的量相等。”

2. 能 量

蒸汽機是利用水蒸汽的能量工作的。能量就是物體作功的能力。水蒸汽可作各種各樣的功，例如開動蒸汽機車、輪船、汽輪機、汽錘、水泵和其他機器。功表示能量的大小，這種能量在作功過程中由一種形式轉變成另外一種形式。能量的變化是由於引起了這種變化所應當作的功來確定的。因此能量的單位和

功的單位一樣，即仟克米。怎樣計算功在以後再談。

能量完全與物質一樣，具有一種特殊的性質：它既不能消滅，也不能創生，只是從一種形式轉變成另一種形式。能量在自然界中有下列幾種形式：化學能、熱能、機械能、電能和光能。所有各種能又可分為兩大類——位能（靜止的能）和動能（運動的能）。鍋爐中的水蒸汽不會作功，但是它在一定條件下可以作功，這時可以說蒸汽具有位能。經過噴嘴^①出來的蒸汽氣流具有運動的能即動能，噴射到固定在輪子圓圈上的葉片上，使輪子轉動。在日常生活，我們經常可以遇到能量的轉變。當燃料在電廠的蒸汽鍋爐燃燒室中燃燒時，燃料中潛藏的化學能轉變成燃燒產物的熱能，它加熱水，使水轉變成蒸汽。以後蒸汽的熱能在汽輪機中轉變成轉動發電機所需要的機械能，在發電機中機械能又轉變成電能。在工廠中電能通過電動機再轉變成開動機床所需要的機械能。在電爐中電能轉變成熱能，在照明設備中轉變成光能等等。

然而，能量由一種形式轉變成另一種形式時，要完全利用它是不可能的，一部分能量沒有使用就白白地浪費掉了。例如，雖然汽機室通常是沒有採暖設備的，但室內却很熱，這些熱量從哪裏來的呢？原來有一部分熱能（約佔總消耗量的三分之一）已在汽輪機設備中轉變成機械能，其餘一部分熱能與用過的热蒸汽一起排出，以及消耗在克服機器軸承中軸的摩擦和加熱汽機室中的空氣上。這些消耗掉的熱能稱為“損失”。

所有的機器都有損失，有的機器損失較大，有的損失較小。因此機器不但在構造和能量的轉變性質上有區別，而且在效率上（即有效利用的能量與總消耗能量之比）也各有不同。效

①噴嘴是裝在管子末端或溝槽上的喇叭口，蒸汽氣流經過噴嘴噴出。

率以百分数表示，效率越高，則消耗掉的能中有效利用的部分越大。蒸汽动力机器(輪船、鍋駝机等)的效率为 7—20%，內燃机(汽車發动机、摩托車發动机等)为 25—35%，而水輪机約为 75%。

3. 热 能

水蒸汽是靠热能获得的。因此为了获得水蒸汽，必須使我們已經掌握的任何一种能轉变成热能，利用它来使水蒸發。

在工業和日常生活中，燃料(木柴、石油、煤)往往是热能的来源。燃料燃燒时，它的組成成份(碳、氫、硫等)与空气中的氧化合；在化合过程中同时散出热量；燃燒所产生的气体产物加热到高温后，把热量傳給水，使水蒸發。在原子能工業中，热能是靠放射性化学元素(鈾、鈾、釷)的分解(燃燒)获得的。

我們知道，一切物体在受热的时候膨脹，冷却的时候收縮。固体的膨脹和收縮都很小，因为固体分子之間的結合相当紧，使固体的大小不易改变。液体受热和冷却时膨脹和收縮的程度很大。气体(其中包括水蒸汽)受热和冷却时，膨脹和收縮的程度最大。但是水例外，水在 4°C 时体积最小，水繼續冷却时就又膨脹。这就是为什么水在任何密閉的容器內結冰时，該容器会破裂的原因。

物体随着温度的变化而膨脹或收縮的性質，在實踐中尤其是在蒸汽机中常常被利用。

需要多少热量才能使水加热和蒸發？热量的計算單位采用卡，在技术上常常采用千卡(比卡大 1,000 倍)做热量的單位。千卡是 1 千克的水温度升高 1°C 所需要的热量。例如把 2,000 千克的水从 20°C 加热到 90°C 需要消耗 $2,000 \times (90 - 20) = 140,000$ 千卡。

4. 功和功率

水蒸汽的用途是使蒸汽机作某种有效的功，一般來說，任何一种机器(其中包括蒸汽机)都是根据它的功率来鑑別的。下面来談談什么是功和功率。

根据經驗和观察，我們知道，靜止的物体如不受外力的作用，本身是不会运动的。想使靜止的物体运动，必須在物体上加一定的力。例如，想使靜止的足球运动，一定要用脚踢它。但是球也就像不会自己停止一样，它也不会無限止地运动，空气的阻力和与地面的摩擦可以使它停止。如果在草地上，球很快就停止了。球在踐踏过的地上要滚得远一些，而在光滑的冰或瀝青上滚得更远。这就是說，假如在球上未作用任何力(脚踢、摩擦力、空气的阻力)，那末它不是永远保持靜止状态，就是無限止地作匀速直綫运动。物体保持靜止状态或匀速直綫运动状态的性質叫做慣性，而引起运动和改变运动的原因就是力。

在生产上或日常生活中，工人花了力气推动小車或搬运貨物，这就是說他作了功。工人花的力气越大，他就能把小車推得越远，他所作的功也越大。和上面講的完全类似，蒸汽机車的牽引力越大，走得越远，它所作的功也越大。如果工人推一下小車，但没有把它推动，那末他就没有作功。从以上所說可以知道，功是在物体受外力的作用而产生位移时获得的。

功是以作用力与所通过的路程之乘积($P \times S$)来計算的。在技术上的單位是采用仟克，路程的單位是米，因此功的單位为仟克米。1 仟克米等于 1 仟克重的物体升高 1 米所作的功。例如，挖土机把 2 吨重的物体提高 10 米，它所作的功为 20,000 仟克米，工人也可以作这样大的功，但是他要花很多

時間。

一般來說，起重機的作功能力要比工人大，載重汽車的作功的能力要比馬大。機器在一定時間內所作的功越大，它的功率也越大。因此功率就是功與作這個功所用的時間之比 (W/t)。功的單位為仟克米，時間的單位為秒，因此功率的單位為每秒仟克米(仟克米/秒)。

對於計算大型機器的功率，上述單位顯得太小了。因此常常採用較大的單位——馬力。1馬力等於每秒75仟克米。

功率還可用瓦和仟瓦來計算。1仟瓦等於1.36馬力，或等於每秒102仟克米。1瓦等於1/1000仟瓦，它是用來計算小功率的，例如電燈泡的功率。

II. 水蒸汽的獲得

1. 飽和蒸汽和過熱蒸汽

在開口的和密閉的容器內都可以獲得水蒸汽。在上述兩種情況下，蒸汽的溫度和壓力都是不同的。

把水放在開口的容器內加熱時，下部較熱的水層向上升，並與下降的上部較冷的水層混合。隨著加熱溫度的升高，在容器受熱的底壁上生成汽泡，並很快地向上浮起，因而這兩層水流混合的速度也就加快了。當水溫達到 100°C 時，水開始沸騰，並從這時起到全部都變成蒸汽為止，水溫將保持不變。在這種情況下傳給水的熱量只用在蒸發上，即用在克服水分子之間的內聚力上。

假如水在密閉的容器內加熱和蒸發，那末情況又不一樣，所生成的蒸汽的分子數將不斷地增加，由於找不到出路，因此分子之間的和分子與器壁之間的碰撞次數越來越多。在碰撞

时，分子的速度减低，并且动能变成位能——产生压力，沸水和蒸汽的温度升高。蒸汽的压力越大，生成蒸汽的温度也越高。

计算压力的单位是大气压，它等于 1 千克/平方厘米，这一压力称为工业大气压或简称大气压。应该把测量仪表所示的表压力和绝对压力区别开来。如果把周围空气的压力(即 1 大气压)，加上测量出来的表压力，就等于绝对压力。低于大气压的压力称为负压或真空。在真空中，温度在 100°C 以下时就生成水蒸汽，例如在 0.03 绝对大气压下，水在 23.8°C 时就沸腾了。

当水蒸发时，运动得比较快的分子克服了相互吸引力而从液体中分离出去。某些分子从液体中分离出去后，与其他分子经过许多次碰撞，结果又回到液体内部。当从液体中分离出去的分子数多于回到液体内部的分子数时，液体是在蒸发。分子在液面上聚集得越多，回到液体内部的分子也越多。最后，当分离出去的分子数等于回来的分子数时，液体就不再继续蒸发了，在这种情况下，就说液体上面的空间充满了蒸汽的分子。液体上面的蒸汽就称为饱和蒸汽。饱和蒸汽的温度等于液体的温度。饱和蒸汽的压力等于在该温度下蒸汽可能达到的最大压力。

在温度不变时，这一压力是否可能改变？不，不可能。假如温度不变而体积增加，那末压力将暂时降低，液体重新蒸发，直到压力恢复到与以前一样为止。假如体积缩小(即压缩蒸汽)，那末一部分蒸汽变成液体，而压力保持不变。这就是饱和蒸汽(在一定温度下压力保持不变)与气体的区别，气体的压力在体积收缩时增加，膨胀时降低。饱和蒸汽在不与液体接触的条件下，它的压力可以改变。这时它只能在一定的体积下保持饱和状态。当体积一发生变化，蒸汽不再是饱和的了，它

的压力变化与气体完全相同。

要使水变成蒸汽,需要消耗多少热量呢?这要决定于压力。

1 千克水从 0°C 加热到变成蒸汽所需要的热量称为含热量(焓)。饱和蒸汽的含热量由液体热(即在压力不变时将水由 0°C 加热到沸点时所需要的热量)和汽化热(或蒸发热)组成。随着压力的增加,液体热最初增加得相当快,但是以后从 30—35 大气压开始要稍为慢一些(圖 1)。蒸发热在压力增加时降低,这是因为受热的液体有些膨胀,它们的分子之间的结合变弱;此外,液体内的分子运动得比较快,更多的分子具有从液体中分离出去的速度。在技术上采用千卡做热量的单位,即 1 千克水温度升高 1°C 所需要的热量。

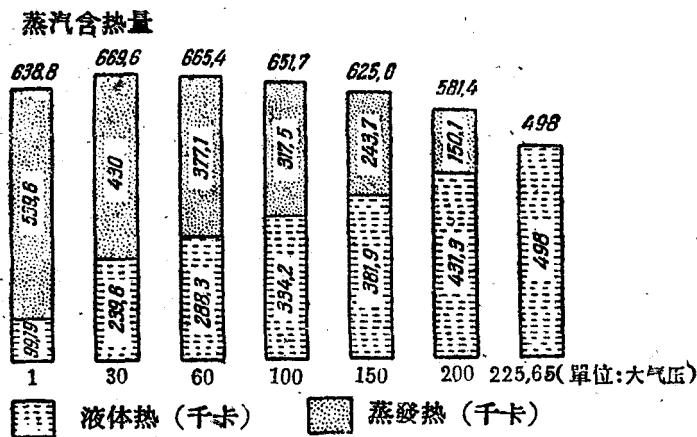


圖 1 液体热、蒸发热和饱和蒸汽的含热量与压力的关系

1 千克饱和蒸汽的总含热量(在 1 大气压下等于 638.8 千卡)在压力增加时起初也增加,当压力为 30—35 大气压时达到最大值 669.6 千卡,以后就开始下降,当绝对压力为 225.65

大气压，温度为 374.15°C 时，下降到 498 千卡。这时蒸发等于零。

因此，生产压力很高的蒸汽比低压蒸汽所需要的热量少，需要的燃料也少。这就是说，高压蒸汽比低压蒸汽经济。

相当于饱和蒸汽温度 374.15°C 的 225.65 大气压称为临界压力，在这种压力和温度下的蒸汽状态称为临界状态。临界状态的特点是 1 立方米蒸汽的重量(压力升高时增加)与 1 立方米水的重量(压力增加时却减少)相同，都等于 323 千克，即与我们有关的不是水和水上面的蒸汽，而是具有同样物理性质的同种物体。

饱和蒸汽在冷却时，例如与冷壁接触，有一部分变成水，即凝结。凝结蒸汽的热能大部分白白地损失掉了。所以为了减少蒸汽的凝结，将蒸汽送往使用地点、机器和设备的蒸汽管道要用导热性能很差的材料保温。

水蒸汽还有一种有趣的性质。如果饱和蒸汽通过与炙热的烟气相接触的管子(蒸汽过热器)时压力不变，那末蒸汽的温度便增加，并且不再与压力有关。这样的蒸汽称为过热蒸汽，因此它的含热量和工作能力都比饱和蒸汽高。

过热蒸汽与饱和蒸汽比较，它还有这样的优点：当过热蒸汽与冷的管壁和机器内部相接触时，只是温度稍为降低一些，但不凝结，因此它的热量绝大部分能被利用。

当蒸汽的热能转变成机械能(例如在蒸汽机车、汽轮机中)时，蒸汽的含热量和温度会下降。由此得出，蒸汽的初温和终温之间的差别越大(即温度降越大)，就有更多的热能转变成机械能。

在水蒸汽应用的初期，压力是很低的，只有 2—3 大气压，甚至还要低，即温度降很低，因此是不经济的。后来蒸汽压力

逐漸地提高，以後又加以過熱。高壓高溫機器只是在近幾十年才發展得特別快。1915 年以前，蒸汽壓力很少超過 15 大氣壓，過熱溫度為 350°C 。但目前 30 大氣壓還是低壓。現在蒸汽的工作壓力已達到臨界壓力，甚至已超過臨界壓力，而蒸汽的過熱溫度已達 550°C 以上。

2. 蒸汽鍋爐的型式

蒸汽鍋爐是生產具有一定工作壓力的水蒸汽的設備。現代的蒸汽鍋爐不是一下子就出現的，而是經過很長的時間逐步地達到完善程度的。

最早獲得實際應用的蒸汽鍋爐，是在 1680 年法國的傑尼·巴平醫生發明的(圖2-1)。從圖2-1上可以看出，這台鍋爐是立式圓筒形的，有大蓋，蓋子用壓緊卡子固定在鍋爐上。巴平發明了安全閥，並把它裝在自己的鍋爐上，這種安全閥目前還採用。閥門裝置可見圖 2-1：在槓桿的末端掛着重錘，閥門設在重錘與支點之間，槓桿靠在閥門上。蒸汽用它的壓力向上頂閥門，而重錘的重量卻使閥門向下，閥門的功用如下：當蒸汽的壓力太高(有危險)時，閥門稍微抬起一些，放出一部分蒸汽，壓力隨着就下降。安全閥同時又是蒸汽的壓力指示器，因為當時還沒有別的測量儀表。

在較晚一些時候(18世紀)，為當時所發明的蒸汽機生產蒸汽用的鍋爐有半球形的上底(圖2-2)和向內凹的下底，這種形狀的上下底在承受蒸汽的壓力方面要比平的好。這種鍋爐的尺寸很大，高度和直徑都在 3 米以上。但雖然如此，它生產的蒸汽還是很少的。

有半圓形頂壁、向內凹的側壁和下底的箱形鍋爐(圖 2-3)比以前的鍋爐前進了一大步。這種鍋爐是 18 世紀末著名的蒸

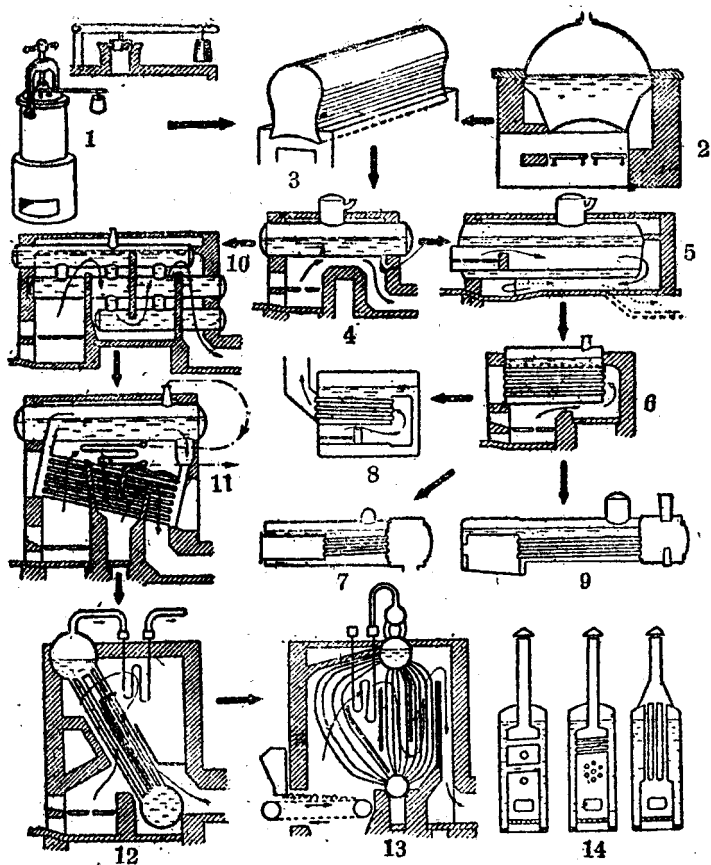


圖 2 蒸汽鍋爐發展的示意圖：

1—巴平鍋爐及其安全閥；2—18世紀初的鍋爐；3—箱形鍋爐；
4—圓筒形鍋爐；5—火管式鍋爐；6—煙管式鍋爐；7—鍋駝機用
鍋爐；8—船用鍋爐；9—機車用鍋爐；10—組合式鍋爐；11—臥
式水管鍋爐；12—帶有直立沸水管的立式水管鍋爐；13—帶有彎
水管的立式水管鍋爐；14—小型立式鍋爐（茶爐）

汽机發明者瓦特創制的。这种鍋爐在制造上非常簡單，并且加热面(受热面)很大。但是它有严重的缺点：几乎是平的側壁不能承受蒸汽的很高的压力。因此側壁不得不用使得鍋爐內部壅塞的連桿来加固。

适合于生产压力較高的蒸汽和便于管理的第一台鍋爐是由几段管节鑄成的圓筒組成的(圖 2-4)，圓筒形鍋爐的缺点是笨重(長度达 20 米)，制造上需要許多金屬；受热面不足以生产大量蒸汽；沉积物积聚在燃燒室上面能引起事故(凸起)。圓筒形鍋爐在很早以前就不用了，但它是后起蒸汽鍋爐的雛型。

圖 2 表示鍋爐的構造逐漸改进的情况。改进蒸汽鍋爐的任务是用下列两种方法来完成的。

第一种方法是圓筒內部裝置所謂火管，燃燒室設在火管里面(圖 2-5)，由火管出来的燃燒产物(煙气)流过圓筒的兩側和下部，然后再排入煙囪。这样的鍋爐称为火管式鍋爐，它有一根、兩根或三根火管。这种鍋爐比較經濟，生产蒸汽較多，因此到目前为止，它还是被广泛地应用着。然而火管式鍋爐所佔地方的面积很大，需要許多金屬，所以价格很貴。

为了克服这些缺点，减小了管子的直徑并增加了管子的数量。这样就出現了煙管式鍋爐(圖 2-6)。这种鍋爐的燃燒室在鍋爐下面，而燃燒产物(热煙气)最初流过鍋爐的下部，然后通过煙管，最后从鍋爐排出。这种鍋爐比火管式鍋爐所佔地方的面积小，金屬消耗量少。然而它与圓筒形鍋爐一样，沉积物积聚在燃燒室上面，容易引起事故。因此現在主要是采用煙管式鍋爐与其他鍋爐的部件配合的鍋爐。这种配合型式的鍋爐就是鍋駝机用鍋爐、船用鍋爐和機車用鍋爐。

圖 2-7 是鍋駝机用鍋爐，由火管和煙管組成的所謂管系統安置在鍋爐的外壳中。管系統用螺栓固定在外壳上，并且在清

洗水垢时可以取出来。

在船用鍋爐(圖2-8)內，由火管出来的煙气也是通往煙管，但方向却相反，以后再經過金屬煙道排入煙囪。

機車用鍋爐(圖2-9)与鍋駝机用鍋爐相似，但它沒有火管，而只有周圍充滿水的火室和許多煙管。为了使火室的平壁和它的外壳不会凸起，用連桿(短的金屬桿)把它們联接起来。

改进蒸汽鍋爐的第二种方法，是以兩個或三个分層排列的直徑較小的和較短的圓筒来代替圓筒形鍋爐的一个長的圓筒(圖2-10)。上圓筒(汽鼓)一部分灌水，作为集汽器用；下圓筒(水鼓)全部灌滿水，而作为沸水管用。由一根或兩根沸水管和一个集汽器構成的联合体称为組合，所以这种鍋爐称为組合式鍋爐。它比圓筒形鍋爐所佔地方的面积要小，但組合式鍋爐也需要許多金屬，并且容易损坏。由于上述原因，所以这种鍋爐在很久以前就不制造了。

19世紀出現了臥式水管鍋爐(圖2-11)，并且得到了非常广泛的应用。鍋爐內的水鼓用許多直徑小的沸水管来代替，沸水管的外表面与煙气相接触。管子微微傾斜。管子兩端固定在兩個与汽鼓(集汽器)相联接的平面方形联箱上。由汽鼓出来的水流入后(右面的)联箱，由此进入沸水管，并把較輕的汽水混合物从沸水管中压出来而流入前(左面的)联箱，由此再进入汽鼓。从水中分离出来的蒸汽进入蛇形管蒸汽过热器，在过热器中加热到所需要的温度，然后再送到使用蒸汽的地方。水与进入鍋爐的給水混合，仍旧按以下順序流动：集汽器——后联箱——沸水管——前联箱——集汽器，即水在鍋爐中进行循环。水在鍋爐內的循环对于汽化有重大的意义。由于水的循环，鍋爐的效率和經濟性提高了。循环分自然循环和人工(强制)循环两种。