

鍋爐冷作工艺学

(下 册)

梅 启 鍾 編

上海科学技术出版社

鍋爐冷作工藝學

(下 冊)

梅 启 鍾 編

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书分上下两册,下册有第二、第三两篇。在第二篇“蒸汽锅炉构造”中,介绍各种类型锅炉的构造、部件的工作原理以及锅炉的沿革简史。在第三篇“锅炉制造”中,阐述锅筒、炉子、各种管子的制造工艺,加工所用的设备,对钢材的要求,最后还简述锅炉制造中的工艺规程、劳动组织及技术定额。

本书为技工教材之一,可供培训锅炉冷作工用,也可供一般冷作工人进修参考之用。

鍋 炉 冷 作 工 艺 学

(下 册)

梅 启 鍾 編

*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可証出093号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

商务印书館上海厂印刷

*

开本850×1168 1/32 印张5 28/32 插頁1 字数142,000

1960年1月第1版 1960年1月第1次印刷

印数1—3,500

統一书号:15119·1990

定 价:(九) 0.66元

目 录

(下 册)

第二篇 蒸汽锅炉构造

第 一 章 概 述	241
第 二 章 锅炉的基本理论	247
1. 燃料及燃烧	247
2. 热的传播	250
3. 蒸汽的产生	251
4. 水的循环	255
第 三 章 炉 子	259
1. 人工操作炉子	259
2. 半机械化炉子	261
3. 机械化炉子	263
第 四 章 蒸汽锅炉的类型	272
1. 大水容锅炉	273
2. 水管锅炉	281
3. 高压锅炉	299
4. 强制循环锅炉	303
第 五 章 锅炉整体的辅助受热面	309
1. 过热器	309
2. 省煤器	312
3. 空气预热器	315
第 六 章 锅炉的辅助设备及其附属零件设备	320
1. 通风设备	320

2. 給水設備	321
3. 附屬零件設備	322

第三篇 鍋 爐 制 造

第一章 鍋爐制造中所用的鋼材 327

1. 鍋爐鋼的特点及要求	327
2. 化學元素對鋼性質的影響	332
3. 制造鍋爐零件用的鋼及牌號	334
4. 鍋爐鋼板與鍋爐鋼管	340
5. 鍋爐材料的試驗和驗收	343

第二章 鍋筒制造 347

1. 划綫	349
2. 筒身的彎曲	356
3. 筒身的縱縫裝配與焊接	368
4. 筒身的矯圓	378
5. 封頭的制造	379
6. 筒身的環縫裝配與焊接	382
7. 鍋筒管孔的划綫與加工	386
8. 管接頭的裝配與焊接	387
9. 鍋筒的熱處理	388
10. 鍋筒的水壓試驗	388

第三章 集箱制造 390

1. 圓形集箱制造	390
2. 方形集箱制造	394
3. 集箱封頭與手孔蓋制造	394
4. 集箱的裝配與焊接	397
5. 集箱的熱處理	398
6. 集箱的水壓試驗	398
7. 集箱管接頭加工	398

第四章 沸騰管、水冷壁管及過熱器蛇形管等的制造 400

1. 管子的下料	401
2. 管子的切割	402

3. 手工弯管	404
4. 机器弯管	408
5. 弯管质量检查	409
6. 管子的焊接	411
7. 焊缝的热处理	412
8. 接管工作	412
第 五 章 管式空气预热器制造	417
1. 管子制造	417
2. 管板制造	417
3. 管式空气预热器装配	418
第 六 章 锅炉制造中的工艺规程、劳动组织及技术定额	419
1. 工艺规程	419
2. 劳动组织	419
3. 技术定额	421
参考文献	422

第二篇 蒸汽鍋炉构造

第一章 概 述

鍋炉是一种将燃料燃烧时放出的热量傳給水，使水变成有一定压力和一定温度的蒸汽的设备。因此鍋炉总包含着两部分：一部分是使燃料燃烧的设备——炉子；另一部分是使水变成蒸汽的设备——汽鍋。

蒸汽在我們生活中是必需的，它可以供給我們取暖、蒸飯等。在工业中更是必不可少，如紡織、炼油、造纸、印染等工业的生产中，用蒸汽来加热或干燥等。特别是在我国大力发展水、火并重的电力工业时，在火力发电厂中蒸汽用以推动汽輪机或蒸汽机，再带动发电机轉动来发电。图 368 所示为所想象的火力发电厂的设备和工。在这样一套火力发电设备中，鍋炉是主要的組成之一。

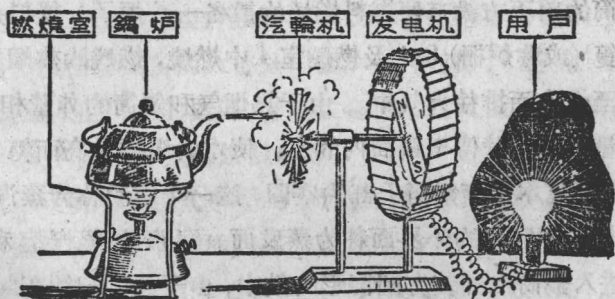


图 368 想象的火力发电厂的设备和工

为了了解鍋炉的工作概念，我們先从最简单、最原始的鍋炉談起，因为这样我們不但可以了解鍋炉的工作，而且可以了解鍋炉各

部分的名称及术语。图 369 所示为简单的圆筒形锅炉，汽锅 1 是封闭的圆筒，常称锅筒。由钢板卷成圆筒后用铆接或焊接法制成，在锅筒的两端装有两个端板 2，这样就构成了一个密闭的容器，这种端板，称为封头。在锅筒内盛有水，水在汽锅中所占有的容积，称为水容积。为了能观察锅筒内水位的高低，所以在锅筒上装有指示水位的仪器 6，称为水位表。

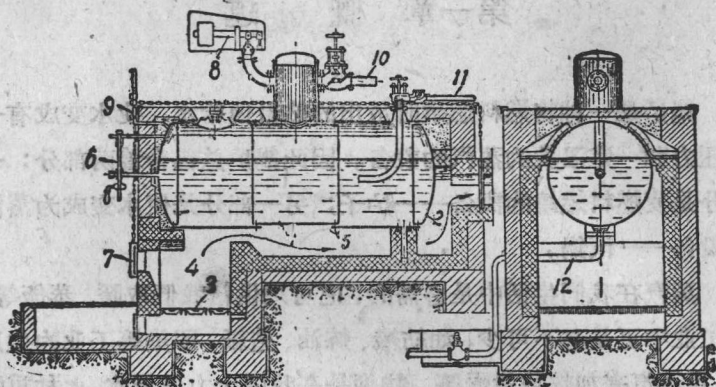


图 369 圆筒形锅炉

- 1—锅筒； 2—封头； 3—炉箠； 4—燃烧室； 5—烟道；
6—水位表； 7—炉门； 8—安全阀； 9—压力表； 10—蒸汽管； 11—给水管； 12—放水管

锅筒的前下方设有使燃料燃烧的设备——炉子。燃料是在水平的炉箠（或称炉栅）3 上及燃烧室 4 中燃烧，燃烧的热烟气流过烟道 5 至烟囱而排往大气中。由于热烟气和锅筒的外壁相接触，所以热量由锅筒壁传至锅筒内的水，使水的温度升高而转化成蒸汽，蒸汽穿过水层至锅筒上部的空间，这一个容积称为蒸汽容积。水容积与蒸汽容积的分界面称为蒸发面。蒸汽由蒸汽容积中出来，而进入锅筒上部装有圆筒形的鼓中，由于蒸汽容纳在此鼓中，所以蒸汽中所带有的水分可以分离出来而回入水容积中，故这个圆筒形的鼓有着分离蒸汽中水分的作用，所以被称为干汽室。在干汽室上有蒸汽引出管 10。

当燃料不断地由炉門 7 投入炉篦上燃燒时，鍋筒中的水就不斷地蒸发成蒸汽，这样使蒸汽空間的蒸汽量愈来愈多，压力也就逐漸升高。为控制蒸汽的压力不超过額定的数值，以防鍋炉有爆炸的危險，故在鍋筒上装有安全閥 8。当压力过高时，安全閥自动打开，放出蒸汽。为了知道鍋筒中蒸汽的压力高低，所以在鍋筒上装有指示鍋筒內蒸汽压力的仪器 9，称为压力表。

汽鍋中的水不断蒸发，水位就不斷降低，但所能允許的最低水位，应比烟氣加热的受热面高出 100 公厘。水位不能太低，以避免汽鍋壁受高温烟氣的加热而燒坏。鍋筒中的水由給水管 11 經給水閥而进入。鍋筒中的水位过高，会使蒸发的蒸汽携帶很多的水滴进入蒸汽空間，故水位不能过高。所允許的最高水平面，称为高水位；所允許的最低水平面，称为低水位。由此可知，在最高水位和最低水位之間的容积，是給水的最大容积，或称給水儲量，它表示当停止供水时，汽鍋中可以蒸发的水量。

整个汽鍋受烟氣充刷的总面积，称为汽鍋的受热面。汽鍋的受热面积显然愈大愈好，因为这样可以使更多的热量傳給水，从而提高效率。但这种圓筒形鍋炉，由于受热面不大及蒸汽产量不高等缺点，所以目前已不采用。

現代化的鍋炉是由許多設備組成的，这些設備总的可以分为鍋炉整体及輔助設備两大部分：鍋炉整体包括汽鍋、炉子、过热器、省煤器及空气預热器等；輔助設備包括抽风設備、鼓风設備、給水处理、燃料的儲存及輸送設備等。

图 370 所示为現代典型的中等容量鍋炉的全貌。汽鍋是由上下两个鍋筒和連在中間的許多水管束所組成，和前述者相同，它是一个封閉的热交換器，水管束是这种汽鍋的主要受热面，而鍋筒可以說是不受热的。炉子 2 装在汽鍋的前下方，燃料在其上燃燒，产生的热烟氣流过汽鍋的管束及省煤器 4 和空气預热器 5，而入烟窗 7 至大气中。抽风机 6 是帮助烟氣排往大气中。在汽鍋中发生

的蒸汽都汇集在上鍋筒中,然后入过热器3,过热器的作用是将汽鍋中蒸发的蒸汽进一步加热,使燃料中的水分全部蒸发成蒸汽,并使蒸汽过热。过热后的蒸汽由蒸汽管10送往应用处。汽鍋中的水由給水泵9供应,給水先入省煤器,然后入汽鍋中。省煤器是利用烟气的热量来加热給水的設備。图中所示为机械化炉子,炉子上的燃料由燃料輸送設備11由堆集場所运送到燃料儲仓12,再自动加入炉篦。炉篦由电动机带动而不断移动,炉篦移到末端时,燃料即燃燒成灰渣而入灰坑中。燃燒时的空气由鼓风机8送入,鼓风机所送的空气先經空气預热器5,然后經风管送入燃燒室帮

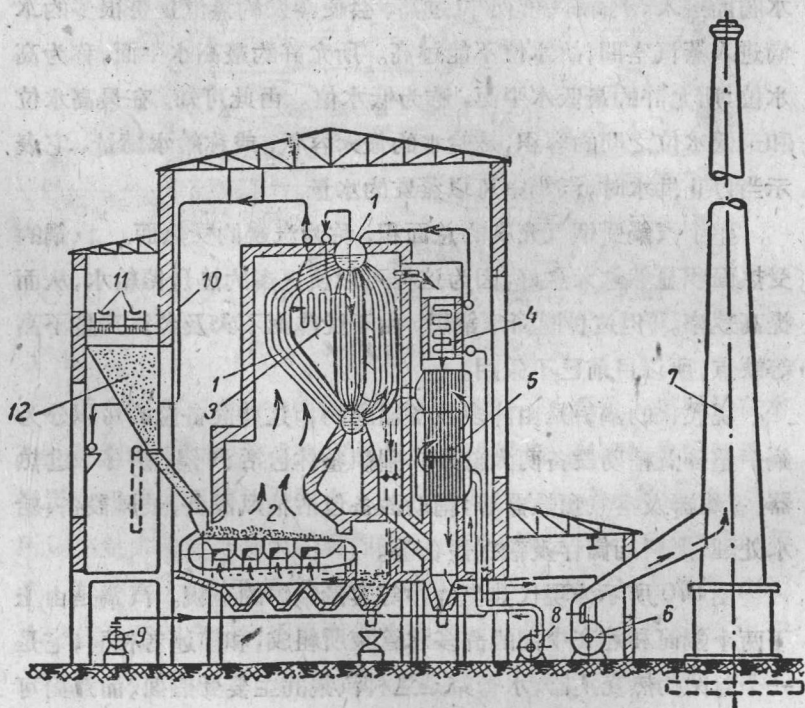


图 370 現代的中等容量鍋炉全貌

1—水管束; 2—炉子; 3—过热器; 4—省煤器; 5—空气預热器; 6—抽风机; 7—烟囱; 8—鼓风机; 9—給水泵; 10—蒸汽管; 11—燃料輸送設備; 12—燃料儲仓

助燃燒。空氣預熱器是利用煙氣的熱量來加熱送到爐子中去的空氣的設備。應用省煤器和空氣預熱器後，能改善燃料熱量的利用。

對於現代化鍋爐的工作，均用自動控制，因此現代化鍋爐是一個複雜的整體。

我們再來看一個現代大型鍋爐的工作情況，圖 371 所示為大型鍋爐的簡圖，在這種鍋爐中燃料的燃燒不是在爐篦上進行，而是在爐膛中進行。燃料必須先用磨煤的設備將其磨成粉末，然後用空氣輸送，經過噴燃器噴入爐膛中，因此燃料是懸空燃燒的。由於這樣燃燒所產生的溫度特別高，所以為了保護爐牆不受高溫的損傷，在爐牆四周排有許多沸騰管，這樣可保護爐牆不受高溫及煤灰熔化的影響，使燃燒產物在進入受熱面時有可能達到必須的冷卻，並能充分地利用輻射熱。這種裝在爐牆四周的輻射受熱面，稱為水冷壁。在大型鍋爐中水冷壁是汽鍋的極其重要的受熱面，有時這種受熱面竟占汽鍋受熱面的 80% 以上。

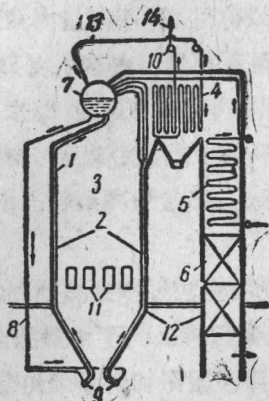


圖 371 現代大型鍋爐簡圖

- 1—汽鍋；2—水冷壁；3—爐膛；4—過熱器；5—省煤器；
6—空氣預熱器；7—鍋筒；8—下降管；9—水冷壁集箱；
10—過熱器集箱；11—噴燃器；12—爐牆；13、14—蒸汽管

這台鍋爐的工作情況和上述者相仿，汽鍋中水的補充是由給水泵供給，給水先經省煤器 5，然後入汽鍋 1 的鍋筒 7 中。鍋筒中

的水沿下降管 8 流入水冷壁 2 的集箱 9 中，水冷壁中的水受热成汽水混合物，上升至上鍋筒中，在其中分离出的蒸汽入蒸汽管 13，而进入过热器 4 的集箱 10 中，然后流经过热器的蛇形管，由蒸汽管 14 将过热后的蒸汽引往使用地点。

燃烧用的空气先經空气預热器 6，預热后的空气携带煤粉一起經過噴燃器 11 噴入炉膛 3 中。燃烧的烟气先經過汽鍋的管束，然后依次流经过热器、省煤器及空气預热器，再經烟道进入烟囱而排到大气中。



第二章 鍋炉的基本理論

1. 燃料及燃燒

鍋炉所采用的燃料,按其物理状态可分为固体燃料、液体燃料和气体燃料三大类。

固体燃料包括煤、木柴、焦炭及木炭等。液体燃料如重油、柴油等。气体燃料如天然气、炼焦煤气等。

由于我国石油的产量还不多,而石油的用途又是极其广泛。天然气及炼焦煤气的应用,是受到地区的限制。因此,鍋炉所用的燃料是以煤为主。

根据煤中含有挥发物量的不同,可将煤分为无烟煤、半烟煤、烟煤、褐煤等。无烟煤的挥发物含量要算最少。半烟煤的挥发物量介于无烟煤与烟煤之間,质較軟,易碎,灰分較少,在燃燒时易成餅块,火焰短,燃燒較快,为发生蒸汽中較好的一种煤。烟煤的挥发物較半烟煤多,由于此种煤的产量多,分布又广,因此在鍋炉上是普遍采用的。

为了使燃料内部的潜热在燃燒时全部放出来,必須使燃料燃燒完全。燃料的完全燃燒由下列几种因素来决定:燃料在燃燒时应有充足的空气量,来供給燃燒时所需的氧气;燃料在燃燒时有适当的攪动,以使燃料和空气有均匀的配合;燃燒必須在高温下进行,并有足够的燃燒作用時間等等。

固体燃料的燃燒过程,可以依次分为三个阶段:着火、燃燒和剩余焦炭的燒尽。

在实际燃燒过程中,这些阶段是互相重叠的。燃料由于受到

已燃燒的高溫影響，因此被烘乾並蒸發出揮發物，揮發物的燃燒在爐膛中進行，且燃燒速度很快，所剩下的為固體狀的焦炭，它的燃燒是在較高的溫度下進行，且燃燒速度較慢。

在鍋爐中燃料的燃燒方法有兩種：一種是鋪層燃燒；另一種是懸浮燃燒。因此爐子也分兩類：鋪層燃燒的爐子和懸浮燃燒的爐子。

在鋪層燃燒的爐子中，燃料一部分是在爐篦上的燃料層里燃燒，另一部分是在爐膛中燃燒（揮發物）。

圖 372 所示為在鍋爐中燃燒固體燃料的幾種典型的爐子。

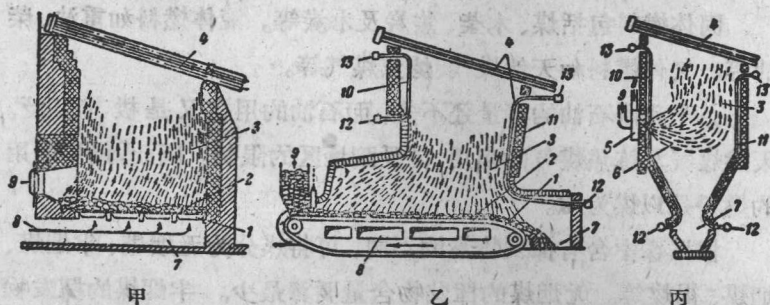


圖 372 幾種典型的爐子

- 1—爐篦；2—燃料層；3—爐膛；4—鍋爐的受熱面；5—煤粉噴燃器；6—火焰；7—灰渣斗；8—供燃燒空氣；9—燃料供應設備；10—前水冷壁管子；11—後水冷壁管子；12—水冷壁的下集箱；13—水冷壁的上集箱

圖 372 甲表示一種固定爐篦的簡單爐子，這種爐子在燃燒時，燃料的加入及出灰等工作是由人工來操作的，因此也名為人工操作爐子。燃料的燃燒過程——着火、燃燒和燒盡是同時進行的，即互相重疊。例如在爐膛中可以發生小塊焦炭及燃料顆粒的燃燒，這些焦炭及小顆粒是由煙氣所帶上來的，同樣在爐床上的一部分可燃氣體，也可開始燃燒。

根據燃料在燃燒時的實際情況，在燃燒的第一階段（着火階段）因燃料還只是剛開始燃燒，所以不需要很多的空氣量；另外由

于燃料沒有放出热量,相反地为使燃料燃燒,还需要从燃料层或火焰供給它的热量。在第二阶段时,燃料开始强烈地燃燒,需要供給足够的空气量使其燃燒,此时是主要的放热过程。在第三阶段时,燃料快将燒尽,故此时不需要很多的空气量,放出的热量也不多。

然而根据人工操作炉子的实际工作情况,燃料是周期性的加到炉篦上,因此燃料的燃燒也是周期性的。每次加燃料的时间为5~10分钟,在剛加入燃料后,由于受热而发出大量的揮发物,若要使这些揮发物完全燃燒,就需要供給較多的空气量。可是由于新燃料的加入,使燃料层的厚度增加,造成空气鼓入炉中的阻力增大,这样非但沒有較多的空气量来供給燃燒,反而有所减少,其結果是揮发物得不到充分的燃燒,故在烟囱中冒黑烟。

当燃料要燒尽而新燃料还未加入时,也就是在燃燒周期的最后阶段时,由于燃料层厚度的减小,因而燃料层对鼓入空气的阻力也随之减小,这样使大量的空气鼓入炉內,但此时燃料即将燒尽,已不需要这么多的空气了,这样就形成了当燃燒过程中最需要空气时却空气不足,而当不需要这么多的空气时而空气太多。当剛加入燃料时放热极少,而燃燒結束时放热較多,使人工操作炉子工作不均匀,且損失較大。另外,当打开炉門加入燃料时,周圍的空气进入炉子中,降低了炉子的温度,并且帶出了很多热量。这一系列都反映了人工操作炉子的缺点。

为了尽可能地减少人工操作炉子的上述缺点,可以使加煤的周期縮短,同时适当地减少每次加煤量。

图 372 乙是鏈式炉篦的炉子,炉篦是由一个封閉的鏈子組成。炉篦不断地以一定的速度由前向后移动,燃料从燃料供給設備加到炉篦上,加到炉篦上的燃料层厚度由控制板調节。开始阶段,燃料进行預热、烘干并着火,当燃料移至炉篦的中間部分时就开始强烈的燃燒,在炉篦的最后部分时燃料就进行最后的燒尽阶段。

必須做到这样:使炉篦的移动速度在燃料移至末端时完全燒

尽,灰渣自动地掉入灰渣斗中。

在这种炉子中,燃料的燃烧过程和人工操作炉子不同,它的燃烧是在炉篦上分段进行的,因此鼓入的空气量可根据各段的燃烧需用量而分别供给。这种供燃料在炉篦上燃烧的空气,常称为一次空气。为使炉膛中的挥发物得到充分的燃烧,所以在炉篦上部也鼓入一定量的空气,这种空气常称为二次空气(图中未示出)。

总结上述鏈式炉子的工作情形,它的特点是燃料的燃烧过程是分若干区域进行的;燃料是加在清洁的炉篦上,并随炉篦的移动而移动,燃料层的燃烧是由上向下进行的,炉篦是由前向后移动的,燃料层的厚度及可燃成分随炉篦的移动而变化。

图 372 丙是一种没有炉篦的炉子,它是燃烧粉末状的固体燃料。煤粉由燃烧器喷入炉膛中而悬空燃烧,燃烧是在整个炉膛的空间内进行,燃尽的灰渣掉落在炉膛下部的灰斗中,再由灰斗将灰渣清除出去。

这种燃烧方法有很多优点,就是能经济而可靠地利用多灰分、多水分的燃料,且燃烧过程可以控制及自动化。但是这种炉子也存在一些缺点,首先是锅炉的设备费用大,需要一套磨煤设备,消耗很多的电量;其次是在烟囱中逸出大量的飞灰,须要设立除灰装置。

2. 热的传播

汽锅中的水所以能转变成为蒸汽,这是由于水吸收了燃料燃烧时所放出的热。热的传播是以下列三种方式进行的:传导、对流和辐射。

在金属棒的一端加热,另一端的温度也逐渐上升,这种热量的传播方法称为传导。

如在管中流有液体或气体,在管外加热,则液体或气体的温度就逐渐上升,这种热量的传播方式称为对流。

以上两种的傳热現象，都是由于两物体的相互接触而温度不同所引起。

除此之外，两物体不相接触也可达到傳热的目的。例如我們站在正在燃燒的燃燒室門口，打开炉門，就会感覺到很热，而中間的空气并未加热，这种不相接触而傳播热的方法，称为輻射。

在鍋炉中，由沸騰管外壁經過灰层及金属壁傳至內壁，是以热傳导的方式进行的；而从內壁的热量傳至水是以对流的方式；在炉腔中的受热面所吸收的热量主要是由于輻射。

因为輻射傳热的强度在高温中最大，所以在近代鍋炉构造中，应尽可能地增加輻射热交换，同时也尽可能地增强对流热交换。

为了使鍋炉的結構有利于热的交换，必須注意下列几点：最大可能地发展輻射受热面；在經濟适合的条件範圍內，提高气流速度，以增强对流热交换；安排受热面，保証气体流动趋向有利的橫流，这样使傳热效果較好；气道的布置，保証全部受热面与气流接触，避免形成死角。

除了鍋炉結構的因素外，工作情况对鍋炉整体的热交换也很重要，例如受热面內外表面的水垢及烟灰等，都会使傳热发生困难，并有可能引起金属过热的危險。

3. 蒸汽的产生

蒸汽是在水加热至沸騰而形成的。一个开口的容器中盛有水，在容器外加热，水的温度便逐漸上升，一直达到沸騰温度，若繼續加热，水的温度不再升高，这时水所吸收的热量用来使水蒸发成蒸汽，这样一直繼續到所有的水都变成蒸汽后，温度才繼續上升。

水的沸騰温度，是随压力的增大而升高的，所以在鍋炉中由于压力很高，因而水的沸騰温度（即沸点）不再是平时所說的 100°C ，而大大超过这数值。例如在 30 大气压的鍋筒內，蒸发时水的温度是 232.76°C 。