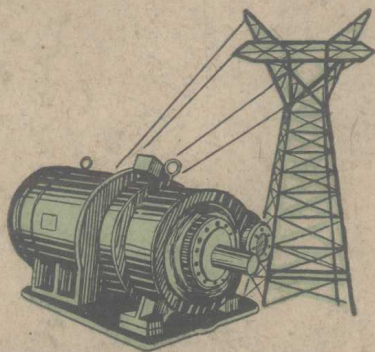


动力机械常识

丁爵曾编写



前 言

在一切工农业都正向着机械化道路发展的时代，采用机械动力代替人力，以減輕体力劳动，提高劳动生产率，是一个非常重要的問題。特别是在我国的广大农村中，由于农业机械化，动力机械的使用，必将日益增多。

写这本小册子的目的在于帮助工农业战线上的广大工作干部了解动力机械的基本原理。書中对于动力机械能量的轉換、各种动力机械的基本构造以及在运行维护中应该注意的若干問題，都做了比較淺近的敘述。适合于具有初中以上文化程度的讀者閱讀。

希望这本小册子能在普及科学知識方面起一定的作用，并对讀者在了解、選擇和使用动力机械方面能有所帮助。当然，要深入研究某一种动力机械，还須要进一步钻研專門的書籍，須要熟練掌握某一种动力机械的运行与维护，更有賴于从实践中不断地积累經驗。

編 者

1959年6月

目 录

一、动力的来源和动力机械的分类	
二、热机概論	
1. 燃料	(4)
2. 热机的分类	(5)
三、鍋炉	
1. 鍋炉的工作原理	(6)
2. 鍋炉的构造和种类	(7)
3. 鍋炉的运行	(12)
四、蒸汽机	
1. 蒸汽机的工作原理	(15)
2. 蒸汽机的构造和种类	(17)
3. 蒸汽机的运行与維護	(20)
五、鍋駝机簡述	
六、汽輪机	
1. 汽輪机的工作原理	(27)
2. 汽輪机的构造和种类	(28)
3. 汽輪机的运行与維護	(32)
七、往复式內燃机	
1. 基本概念	(35)
2. 汽油机的工作原理	(38)
3. 柴油机的工作原理	(43)
4. 煤气机的工作原理和煤气发生炉	(45)

5. 內燃水泵的特点..... (48)

6. 內燃机的运行与維護..... (49)

八、燃气輪机簡述

九、压气机簡述

十、水輪机簡述

一、动力的来源和动力机械的分类

所有的机械，都必须运动，不发生运动的物体，就不能叫做机械。但是机械自身不会发生运动，要使它运动，必须从机械的外部加上动力，它才能在运动的时候作出有用的事情或者进行生产。例如冶金机械能够炼钢炼铁；采矿机械能够采掘矿石；农业机械可以耕地、播种和收割；纺织机械能生产纺织品，印刷机械能印书籍、报纸等印刷品；汽车、火车、轮船、飞机能够运输；机床可以制造其他各种机械；发电机可以发电等等。

人力和畜力虽然可以使机械运动，但是这种动力比较小，并且不能持久的使机器连续工作。最好的办法是用发动机来带动，发动机是机械中的一大类，它们的工作就是发出动力来带动其他的机械工作，所以又叫做动力机械。它们所发出的动力叫做机械动力，以区别于人力和畜力。

在自然界里，存在着很多种形式的“能”，例如热能、光能、水能、风能、电能、太阳能、原子能等；动力机械的任务就是要把各种形式的“能”变化成机械动力，供给其他机械使用，所以机械动力又可以叫做“机械能”。由于“能”的来源（也就是动力的来源）不同，动力机械可以分为下面几类：

1. 热机——热机是把热能转变成机械能的动力机械。为了得到热能，必须先进行燃料的燃烧，把燃料中所含的碳、氢等化学元素中的化学能转化成热能，然后再供给热机使用。燃料的种类很多，煤、木柴、汽油、柴油、煤气、沼气等都是良好的燃料，其中尤以煤炭为主要的燃料。我国煤炭的资源极其丰

富，已查明的儲量达9万亿吨，占世界第一位，全国2,000多个县市中有1,300多个县有煤，因此在我国采用的动力机械中，热机将占有重要的地位。

由于燃料种类的不同，热机又有很多种类，将在下节中进一步討論。

2. 水力机——水力机是把水能变成机械能的动力机械。水从高处流到低处并有很大的水位差时，就有很高的速度，而具有水能。讓高速度的水流通过水力机，水能就变成了机械能。然后可以用来带动其他机械，或者带动发电机发出电来，水力发电站就是一种利用水能的发电设备。我国西北、东北和西南等地区，有很多山地和丘陵地带，地势高低悬殊，因而使上下游河水形成很大的水位差，利用水能就非常适宜而且經濟。据調查，我国水力资源的蘊藏量在6亿瓩以上，居世界第一位，所以水能利用在我国有十分重要的意义。

3. 风車——风車是把风力轉变成机械能的动力机械。风力就是空气流动时的“能”。这是一种取之不尽用之不竭的能源，应用起来十分經濟。在我国广大农村中已积累了利用风力的丰富經驗，例如江苏揚州地区，目前就有4万多台风車，用来提水，有的还装上了碾米机、切草机、打谷机、发电机等。利用风力作为动力的来源有一个缺点，就是风力不稳定，控制比較难，因此，如何更好地利用风力，还需要进一步研究。

4. 电动机——电动机是把电能变成机械能的动力机械。显然，要使用电动机，必須要有发电厂供电。由于电动机操縱簡便，机器的体积小，重量輕，轉动均匀稳定，所以成为应用最为广泛的动力机械。在我国实现电气化以后，絕大部分机械都将使用电动机。因此在社会主义建設中，必須充分利用一切能源大搞全民办电，大力发展水力发电和火力发电，以供給日益

增长的对电能的需要量。

原子能是一种最大的能源，原子核分裂的时候，放出极大的热能，这种热能当然也可以轉变成其他形式的“能”，原子能发电站就是一例。

我們應該树立一个概念，就是各种形式的“能”可以互相变换。例如煤在鍋炉里燃燒，把水燒成蒸汽，燃料中的化学能就变成了蒸汽的热能。把蒸汽送入汽輪机（是一种热机），汽輪机轉动起来，热能就变成了机械能。汽輪机带动发电机，发出电力，机械能又变成了电能。把电流送入电动机，电动机轉动起来，带动了某种机械工作，于是电能又变成了机械能。在这个过程中，“能”的变换遵循着下面的路綫：

化学能——→热能——→机械能——→电能——→机械能。

其他如水力发电站、原子能发电站等都遵循着一条轉換“能”的形式的路綫。正是由于“能”的互換，才給我們在能源的利用方面开辟了广闊的途徑。

但是我們也必須認識一条顛扑不破的定律，就是自然界中，“能”只能从一种形式轉变成另一种形式，而不能自己消灭，也不能自己創生，它的总值是永远不变的，这是自然界里一条重要的基本定律，叫做能量守恒定律。这个定律是由偉大的俄罗斯学者罗蒙諾索夫首先发现的。認識了这个規律，我們就知道自然現象虽然复杂，却有着統一的規律性，違反这个規律，就不会有什么成就。例如有不少人想制造出不需要繼續供給“能”，而可以永远轉动，做出工作的永动机，如果我們認識了能量守恒定律，就知道这是不可能的。因此，我們應該在广闊地开辟能源和充分地利用能源方面多做些研究工作，以便为国家、为人民做出更多有益的事情。

二、热机概論

燃料在燃燒的时候放出热能，通过热机变成机械能。所以要講热机，必須研究两个重要問題，一是燃料，一是热机本身，現在分別討論：

1. 燃料

燃料的种类虽多，但却都含有碳和氫两种主要化学元素。碳在燃燒的时候与氧化合成二氧化碳，同时产生大量的热能。氫在燃燒的时候与氧化合成水汽，也同时产生大量的热能。所以凡是含有碳和氫或碳氫化合物的物質，大都可以用来做燃料。

燃料可分为固体的、液体的和气体的三大类。煤、木炭、木柴等屬於固体燃料；汽油、柴油、煤油、酒精等屬於液体燃料；煤气、天然气、沼气等則屬於气体燃料。

煤是最主要的固体燃料，它除了含有碳和氫以外，还含有少量的其他元素和雜質如氧、氮、硫和灰分等，所以煤在燃燒后总要留下一定数量的灰分。煤又有很多种，其中主要的是无烟煤和烟煤，无烟煤的含碳量最多，所以燃燒时沒有烟。烟煤則含有較多的揮发性物質如碳氫化合物，所以在燃燒时有烟，火焰也比較长，比較适宜于燒蒸汽鍋炉。

汽油和柴油是主要的液体燃料，它們都是石油的蒸餾产品，石油蒸餾的时候，在摄氏 200 度以下揮发出来的产品，冷却凝結后成为汽油，它的比重較輕，很容易揮发，所以燃燒起

来非常方便。在摄氏200度至300度之間揮发出來产品，冷凝后成为柴油，它的比重較大，性質稳定，不容易揮发。汽油和柴油中的成分也是碳和氫，它們不含有什麼雜質，是一种非常良好的燃料，但是价格就比煤高得多了。

煤气是主要的气体燃料，它是由煤气发生炉产生的。在炼鉄炉和炼焦炉中，煤气是一种副产品，分別叫做炼鉄炉煤气和炼焦炉煤气。煤气由于使用簡便，成分洁淨，成本較低，所以应用日益广泛。它的缺点是所占的容积較大。

2. 热机的分类

由于所用燃料和工作原理的不同，热机又有好几种。

通常热机可以分为两大类：

(1) 蒸汽动力机——先在鍋炉里把水燒成蒸汽，然后利用蒸汽推动热机，发出动力。这一类热机，燃料的燃燒是在热机外部进行，所以又可以叫做外燃机，以区别于另一类热机——內燃机。不过这个名称并不通用。

(2) 內燃机——这一类热机是把燃料放在机器內部进行燃燒，利用燃燒后产生的热气体来推动热机发出动力。所以它們不需要象鍋炉那样龐大的設備。

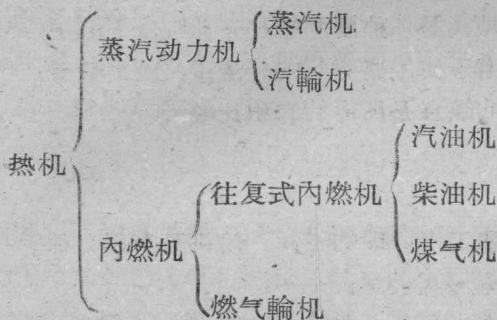
蒸汽动力机和內燃机所用的燃料是不相同的，在鍋炉里，原則上任何燃料都可以使用，其中用得最普遍的是煤和煤粉，煤粉是用煤磨成的，因为它非常細碎，所以在与氧化合时能够得到良好的燃燒效果。但是在內燃机里，由于燃料是在热机內部燃燒的，如果用煤和木柴等固体燃料，則燃燒后剩下的灰分雜質没有办法清除，所以內燃机只能用液体燃料或气体燃料，而不能直接用固体燃料，除非是先把它們燒成煤气。

按照工作原理（即把热能变成机械能的方法）的不同，蒸

汽动力机又分为蒸汽机和汽轮机两类。内燃机又分为往复式内燃机与燃气轮机两类。

往复式内燃机又可以按照所用的燃料而分为汽油机、柴油机和煤气机三类。至于燃气轮机，则大多数用柴油做燃料。

总结上述，热机的分类可以列成下表：



三、鍋 炉

鍋炉是燒蒸汽的设备，它的基本道理就与日常生活中用鍋和炉子燒开水一样，它总是包含两个主要部分，一是鍋，一是炉。鍋炉是它們合併起来的总名，因为在蒸汽动力厂中，它們总是联系在一起。

1. 鍋炉的工作原理

在平常的空气压力（这样的压力叫做一个气压，一个气压等于1公斤/平方厘米）下，水燒到摄氏100度就开始化汽，这样的现象叫做沸騰，100度这个温度叫做沸点。水从开始化汽一直到全部化为蒸汽，温度总是保持100度，蒸汽的压力也始终是

一个气压。

但是在更高的压力下，水就要燒到更高的溫度才开始化汽。例如在两个气压下，水的沸点是摄氏120度，在十个气压下，沸点是179度，在200个气压下，沸点是364度。

为了提高蒸汽的压力和溫度，我們把鍋做成一个密閉的圓筒，只有进水的管子和放汽的管子与外面相通。这些管子上有水閥和汽閥管理它們的开关。燒鍋炉的时候，先把水送进鍋里，但是汽閥不开，燒成的蒸汽无处可走，由于蒸汽不断发生，蒸汽的压力就不断升高。就好象在一間大小一定的房間里，只有进来的人，沒有出去的人，房間里便愈挤愈紧，是一样的道理。蒸汽的压力升高了，压在鍋里的水面上，水就要燒到更高的溫度才会化汽，于是蒸汽的溫度也相应的升高。当压力和溫度繼續升高到額定的大小时，便可打开汽閥，讓蒸汽引入蒸汽动力机里去就可以发出动力。此后水源源补充，汽則源源放出，鍋里产生蒸汽的压力和溫度便保持穩定的状态。所以鍋炉的工作就是要源源不断的供給一定压力和溫度的蒸汽，以便在需要蒸汽的地方使用。

按照产生的蒸汽压力的高低，在15个气压以下的鍋炉叫做低压鍋炉，30到35个气压的叫做中压鍋炉，35个气压以上的叫做高压鍋炉。近代鍋炉是向着高压和高温方向发展的，因为高压力高温度的蒸汽能发出更多的动力来。例如在苏联，已生产了300个气压，溫度达摄氏600度的高压高温鍋炉。

2. 鍋炉的构造和种类

鍋炉的种类和构造型式很多，归根結底，主要是为了一个问题，即如何更好地利用燃气中的热量，使鍋里的水能够最有效地吸收热能。我們在日常生活中用鍋和炉子燒开水，实际上

水受热的部分只是鍋底的一小块面积，鍋底的水先燒热了，靠着水的对流，逐渐把全鍋的水燒开。这样的方法，无疑在利用热能上是很不經濟的。

为了增加鍋炉的受热面积，我們可以在一个密閉的大圓筒里装上一个直徑比較小的圓筒。这个密閉的大圓筒叫做汽鍋，里面大約有三分之二以上的容积是水，其余的容积准备容納产生的蒸汽。小的圓筒叫做火筒，它的一端是炉膛，另外一端通到烟道。它們的构造大致象图 1 的示意图。

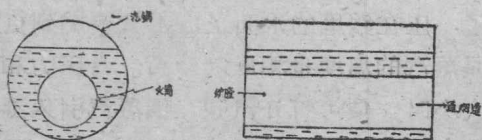


图 1

燃料在炉膛里燃燒后产生的热气体順着火筒向后流动，加热于水。流到烟道后，因为烟道（用耐火磚砌成）

自后向前包圍着汽鍋的大部分面积，所以热气体在烟道里自后向前流动时，可以繼續加热于水，最后才由烟道流到烟囱里排出去。这样的方法，显然可以使水的受热面积大为增加。这种鍋炉叫做火筒鍋炉。实际的火筒鍋炉当然不象图 1 那样簡單。

图 2 表示一种火筒鍋炉的构造图。图中 1 为炉膛，2 为炉膛內的炉条，3 为装在火筒里的細管，它的作用是使火筒上面和下面的水相通，增加水的流动。4 为拉住汽鍋两端平飯的牵条，5 为装安全閥的地方，安全閥的作用是在汽鍋里汽压太高的时候发出警告，使管理鍋炉者注意。6 为安装放汽管的地方，7 为安装洩水管的地方，在檢修鍋炉时，需要把汽鍋中的水全部由洩水管排出去。（这个图中，沒有把进水管和烟道画出來。）

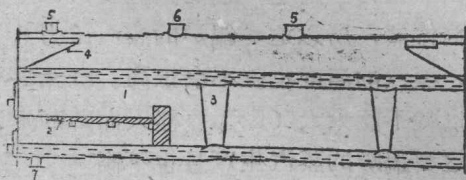


图 2

我們也可以在汽鍋里裝上很多細的管子，它們也是一頭通爐膛，另一頭通煙囪，這樣就可以更加增多水的受熱面積。這些細管叫做火管，它的數目很多，大約有一二百根。這樣的鍋爐叫做火管鍋爐，圖 3 表示它的示意圖。

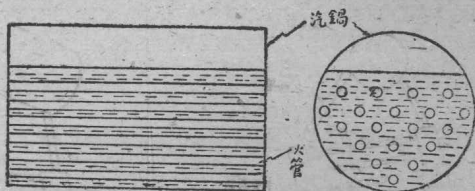


图 3

圖 4 為一種火管鍋爐的全部構造。

圖中燃料在爐膛 1 內燃燒，熱氣體沿着汽鍋外部在煙道 2 內向後流動，然後進入汽鍋 3 里的火管（圖上沒有畫出），最後由煙囪 4 排出。

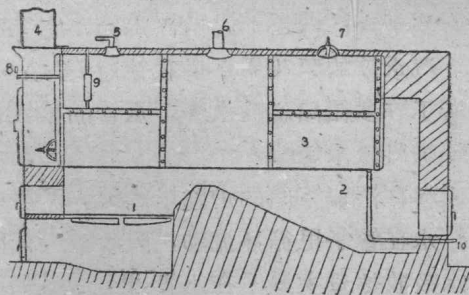


图 4

圖中 5 為給水管，6 為蒸汽管，7 為人孔（以備人進入，排除水垢之用），8 為蒸汽壓力表，9 為水位表，10 為洩水管。

火筒鍋爐和火管鍋爐所產生的蒸汽的壓力和溫度都不太

高。因为要想提高蒸汽的压力，制造汽锅的钢板就要厚些。但是钢板厚了，又要影响传热，所以这类锅炉的蒸汽压力最高不超过20个气压，当然，蒸汽的温度也就不会很高。既然钢板不能太厚，汽锅的直径也就不能太大（因为直径大而薄的圆筒，很容易变形），所以这类锅炉的蒸汽生产量也不高。

为了提高蒸汽的压力、温度和蒸汽生产量，我们可以把汽锅做成图5或图6的形式（这只是示意图）。

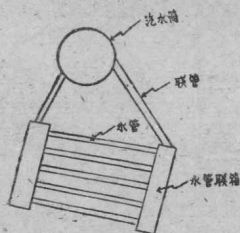


图5

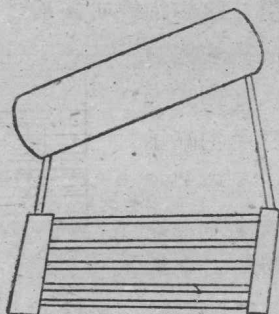


图6

汽锅上部有一个直径不大的圆筒，叫做汽水筒，它里面下部是水，上部是蒸汽。汽水筒的两头用一排联管通到水管联箱，两个联箱中间联接了许多组倾斜的水管，水管的数目也很多，有数百根。这种锅炉叫做水管锅炉。

在水管锅炉里，燃料在汽锅下面的炉膛里燃烧，产生的热气体在水管外面流动；水在管子里循环流动，吸收热气体的热量，变成蒸汽。由于水吸收热量主要是在水管里，所以汽水筒的直径可以加厚，因此锅炉产生的蒸汽的压力和温度都可以很高。由于只要增加水管的组数，水的流动量就可以增加，所以蒸汽的生产量也就可以大大提高。由此可见，水管锅炉比火管锅炉有更多的优点，所以近代高压高温锅炉都是水管锅炉。

水管鍋爐有很多不同的構造形式，但它們的基本道理還是相同的。圖7是一種臥式水管鍋爐的構造，圖中1是爐膛，2是水管，3是汽水筒。為了使水充分的吸收熱氣體的熱量，在水管中間，穿插了兩排擋板4，這樣燃燒時所散發的熱氣體就可以沿着迂回的道路（如圖中箭頭所示）通過水管，增加受熱面積。其他形式的水管鍋爐，不再例舉。

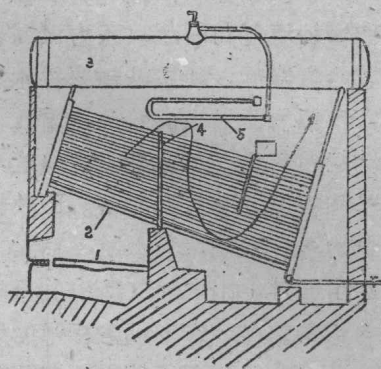


圖7

爐子的構造是很簡單的，它包括爐條、爐膛、加煤門、除灰門、煙道及煙囪等。因為爐與氣鍋是密切聯系的，所以在前面的鍋爐構造圖中（如圖2、圖4和圖7），已經表明了爐的構造。在近代鍋爐中，具有機械化的自動給煤設備，不用人工加煤。採用這種設備，當然可以大大減輕人的體力勞動，提高勞動生產率，並且還可以很均勻的供給適當的燃煤量，使爐內的燃燒情況保持良好，減少煤的消耗。

為了有足夠的空氣連續進入爐膛，以供燃燒，爐子都要有通風設備；煙囪便是最簡單的自然通風設備；空氣的供給量應該適當，不能太少，也不能太多；太少了不能使爐膛內的燃料充分燃燒，造成浪費燃料；太多了又會使爐膛內的溫度降低。所以單靠煙囪自然通風往往不足。在近代鍋爐中，都具有機械的通風設備如風扇、送風機、引風機等，以調節空氣的供給量。

鍋炉設備除了汽鍋和炉子以外，還有許多輔助的設備。例如：因為汽鍋內的蒸汽壓力很高，水在平常的壓力下是沒有辦法送入汽鍋的，所以就需要給水泵，把水打入汽鍋。為了使水進入汽鍋後能夠很快的升高溫度，化為蒸汽，所以常常把冷水在汽鍋外面先行預熱到一定溫度，再送入汽鍋。為此就需要預熱器和省煤器等輔助設備。預熱器是利用蒸汽動力機排出的廢汽中的余熱來加熱于水的一種設備，裝在鍋爐附近；省煤器則是利用煙道排出的熱氣體中的余熱來加熱于水的一種設備，所以它總是裝在煙道與煙囪相通的地方。此外，如果鍋爐是採用煤粉做燃料的，那麼就需要有預制煤粉的設備。

前面我們曾經說過，水的沸點高低與壓力的高低有關，在一定的壓力下，水燒到沸點開始化汽後，溫度就不再升高，所以在汽鍋額定的壓力下，汽鍋里出來的蒸汽只能達到相應的溫度，例如200個氣壓的鍋爐，從汽鍋里出來的蒸汽，溫度就只能達到攝氏364度。為了進一步提高蒸汽的溫度，我們在爐內裝有一種叫做過熱器的輔助設備，例如在圖7中，我們看到從汽水管3里出來的蒸汽，又跑到爐內的一排U形管子5里去了，這一排U形管子就是過熱器。

3. 鍋爐的運行

新安裝的鍋爐，經過水壓試驗和各種回轉機械運轉試驗後，如果情況良好，必須有5—10天的烘爐和3天的養爐時間，用熱水沖洗火管，蒸汽吹洗管路，校驗安全閥，並要經過72小時或略長一些時間的試運行之後，才能正式加入運行。

經過大修以後的鍋爐，也需要進行水壓試驗和回轉機械的試運轉。烘爐的時間，可以根據爐牆的修理情況來決定。在正式加入運行之前，要校驗安全閥，並經過4—6小時的試運

行。

經過小修的鍋爐，如果爐子的耐火磚部分沒有進行修理或者只修理了極少的部分，可以不必烘爐。在正式加入運行之前，也需要校驗安全閥，但可以不作試運行。

停爐備用三天以上的鍋爐，在投入運行之前，也需要校驗安全閥。

下面所講的是具有自動給煤設備和機械通風設備的鍋爐的起動過程：

在鍋爐升火之前，需進行以下的檢查工作：即爐內檢查、爐外檢查、汽水系統及零件的檢查、儀表的檢查、燃料供給系統的檢查、回轉機械的檢查和電動機與電氣設備的檢查等。

在進行了各項檢查工作之後，可以向鍋爐上水。冷爐上水時的給水溫度不應超過攝氏90度。上水時間在夏季一般不少於1—2小時，冬季應不少於2—4小時。上水時應該注意水位表上所指示的水面。

升火前應準備好點火的材料如木柴、油布、塊煤及點火用的工具如鐵鈎等。在所有檢查和準備工作都已符合要求之後，便可進行爐子升火工作。首先打開加煤門使煤斗中的煤落在爐條上，然後將加煤門關閉調整煤閘保持煤层厚度在100—150毫米左右，起動自動給煤機往爐內送入約1米之處，然後停止給煤機，再把煤閘略為抬起，放入引火用的油紙、破油布及木柴等。

打開引風機的擋板並起動引風機，在爐膛內通風五分鐘後，用火源點着油布及木柴等；當木柴着火漸旺時，用最低速度起動給煤機使爐條轉動，把燃着的木柴緩緩送進。當木柴進到煤閘處時，停止給煤機並開放加煤門，使煤落到燃着的木柴上，再起動給煤機將爐條繼續轉進爐膛，同時從爐牆的看火孔