

序 言

“电力工业生产知識”是水利电力部干部学校火电专业班的培訓教材。

本教材是在建設社会主义大跃进中，根据干部培訓工作的發展，經過广泛征求电力工业生产部門的意見以及学习人員的一般要求，并参照历年来培訓工作的經驗体会，在原有教材“电力工业生产过程基本知識”的基础上，經過反复修改重新編写的。

由于专业班學員都是老干部，所以在編写教材时，尽量使其內容結合生产实际，力求簡明易懂，并且避免引用过多复杂繁难的公式及外文符号。

本教材共計六本：鍋炉，汽輪机，电工基础，电力机械，电气設備，繼电保护装置；此外另有輔助教材(数理化)一本。

編写輔助教材的目的，是为了給學員在学习本套教材前打下基础。

編写本书时，虽然我們在主观上尽了很大的努力，但由于水平所限，加以缺乏写作經驗，因而不可避免的会存在一些問題。我們誠懇地希望讀者提出宝贵的意見和批評，以便今后进一步改进。

水利电力部干部学校

1959年9月

目 录

第一章 結論	3
第1节 火力发电厂工作过程	3
第2节 火力发电厂的损失与效率	7
第3节 水蒸汽	11
第二章 汽輪机的工作原理	18
第1节 概述	18
第2节 冲动式汽輪机的动作原理	19
第3节 反冲式汽輪机的动作原理	24
第4节 汽輪机的损失、效率和出力	27
第三章 汽輪机的构造	29
第1节 基础与机座	32
第2节 汽缸与滑銷系統	33
第3节 隔板和噴嘴	35
第4节 汽封	37
第5节 軸承	42
第6节 轉子	46
第7节 汽叶	48
第8节 靠背輪	50
第9节 盘車装置	53
第10节 調节系統与配汽机构	54
第11节 油系統	63
第四章 汽輪机的故障	66
第1节 隔板的弯曲	66
第2节 軸封的故障	68
第3节 軸承的故障	69
第4节 軸的弯曲	70
第5节 汽叶的事故	71
第6节 調节系統的故障	73
第五章 汽輪机的附属设备	74
第1节 凝汽设备	74
第2节 循环水系統	81
第3节 回热加热系統	83
第4节 补充水系統	90
第六章 汽輪机的运行和檢修	92
第1节 汽輪机的启动	92
第2节 汽輪机的运行维护与事故处理	99
第3节 停机	106
第4节 停机后再启动	110
第5节 汽輪机檢修的技术管理	112

第一章 緒 論

第1节 火力发电厂工作过程

火力发电厂的工作是把燃料在鍋炉內燃燒以后发出的热能，用水蒸汽将它收集起来，再在汽輪机中轉变为机械能，然后带动发电机发出电能，供給用户使用。有的火力发电厂不仅供电，而且还通过蒸汽或热水把一部分热供給用户，这叫热电厂。

火力发电厂的工作过程如图1所示。它是由輸煤設備开始，經過带有附属設備的鍋炉和凝汽式汽輪机，然后到发电机及升压变压器与綫路。

一、火电厂生产过程(也就是能量轉換的过程):

煤炭从儲煤場經過纜車运到鍋炉上部的煤仓(煤仓是用鋼架鉄板或鋼筋混凝土建筑成，一般存4~12小时所燒的煤)，再依靠煤本身的重量經落煤管落到炉竈上燃燒(另外还有一种燃燒方式是煤粉悬浮式)。

煤在鍋炉內燃燒时，产生温度高达 $1,000^{\circ}\text{C}$ 以上的烟气。烟气經過鍋炉水管、隔火牆并分一部經過过热汽管，这就使水管中的水变成饱和蒸汽，再将它引进过热汽管中加热变成过热蒸汽。

过热蒸汽在鍋炉中收集了烟气的热量通过管路送到汽輪机中作功。也就是讓这些含热量很高的蒸汽在汽輪机中将热能轉換成汽輪机的軸轉动的机械功。

由于发电机的軸与汽輪机的軸是(用靠背輪或减速器)相联结的，所以发电机轉子能随汽輪机轉子而旋轉，使机械能轉換成电能。

为了便于将电能輸送到較远的地方，可用升压变压器将电压升高，然后經架空綫路輸送給用户使用。

以上是火电厂的主要生产过程。为了进一步了解电厂，分为下面三个系統来談。

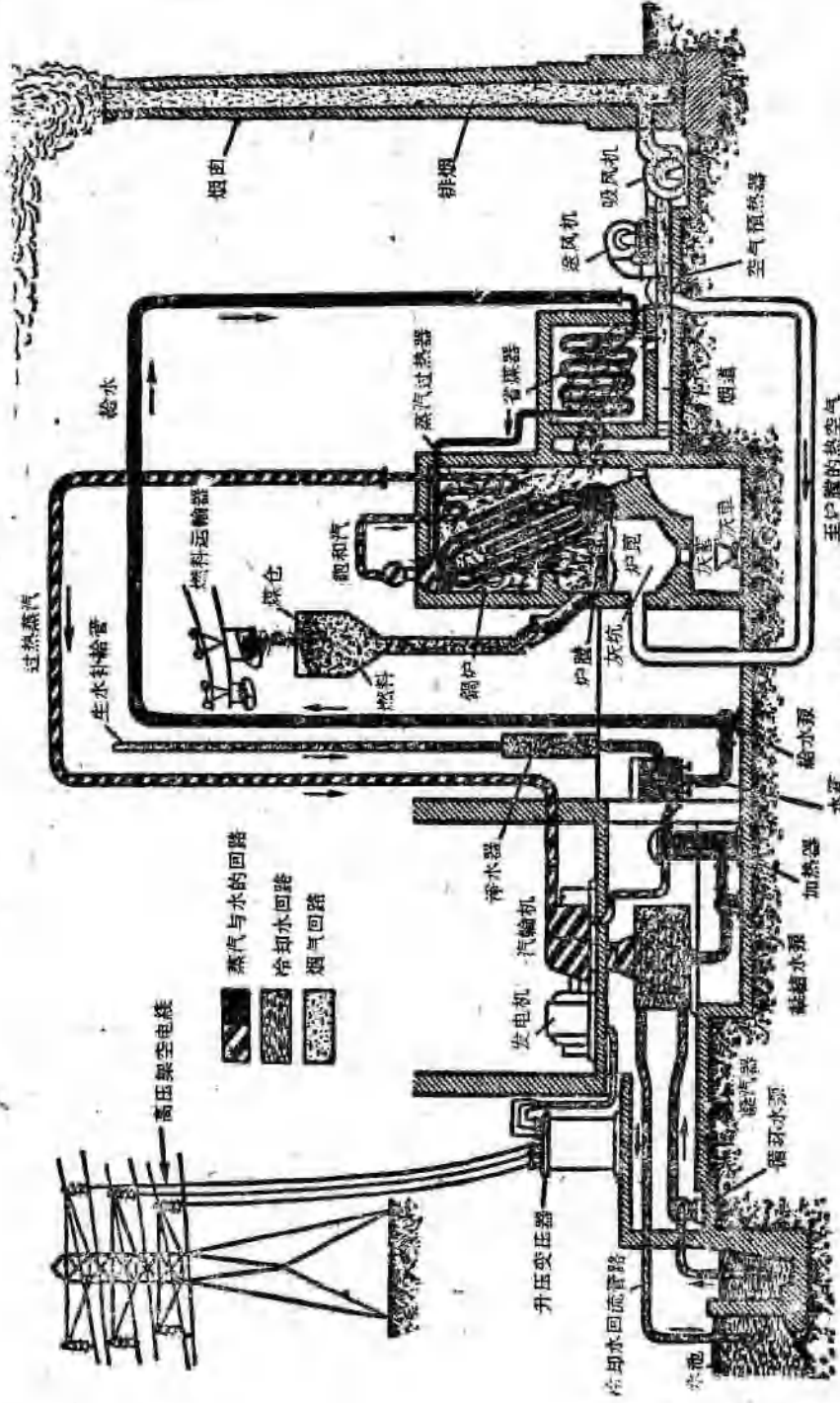


图1 火力发电厂设备示意图

二、风烟系統(主要說明鍋爐的燃燒部分):

煤炭从落煤管落在炉篦上以后,若不加入空气是烧不着的,而且也产生不了烟气。为了有足够的风送入鍋爐帮助燃燒(最好是热风),就要由送风机送空气,使空气經過空气預热器后,再經過风道引到炉篦下面,并与炉篦上面的煤燃燒变成高温的烟气。

1,000°C以上的烟气經過鍋爐水管及过热汽管而离开鍋爐时,它的温度降到400°C左右。若不加以利用就送入烟囱,就会造成热量的損失。所以在鍋爐出口与烟囱之間加裝省煤器(即一些弯曲的水管,管内走水,管外走烟)加热于水,及空气預热器(主要有管型与板型两种:管型的烟走管内、风走管外;板型的烟在一侧,风在另一侧)加热于风。

如上所述,烟气需經過鍋爐水管、过热汽管、省煤器管、空气預热器等迂回曲折的道路,再从烟囱中排散到天空。因为它们們的阻力太大,所以烟气排出有一定的困难。解决这个問題的方法有两种,一种方法是把烟囱筑得特別高;另一种方法是采用吸风机将烟气吸出并送到烟囱排出。前者适用于小型鍋爐。但大中型的鍋爐因烟气量多,且阻力太大,筑造过高的烟囱不但有困难,而且还不能解决問題,所以都采用后一种方法。

煤炭在炉篦上燒完之后,剩下的炉灰渣可从炉篦下侧的炉灰門放入推灰小車然后沿着鉄軌推出鍋爐房。現在一般电厂多采用冲灰水沟进行水力除灰,这样既改善了劳动条件,又节约了人力,特别是燒低值煤較多的厂,采用冲灰水沟更为有利。

三、汽水系統(也就是蒸汽的热能轉換为动能的部分,又称热力循环系統):

为了便于說明起見,先从鍋爐开始。鍋爐的主要部分是由上部的汽包、中間的鍋爐水管和下部的的水包組成。这个密閉鍋中的水,受到烟气的热,沸騰并化为某一压力的蒸汽,这种与沸水同温度的蒸汽叫饱和蒸汽。再由汽管将它引离沸水表面,在过热汽管中又吸收一部分烟气的热量,这种高于沸水温度的蒸汽叫过热

蒸汽。

含热量很高的过热蒸汽經由管路送到汽輪机里面，先将蒸汽的热能轉換为动能(靠噴嘴)，再将蒸汽的动能轉換成机械功(靠叶片)，这就使蒸汽的含热量大大的降低而轉換成机械功。这种作过了功而含热量又較低的蒸汽(叫乏汽)又进入凝汽器，并在这里凝結成水。因为凝汽器里面有許多流过冷却水的銅管子，作完功的乏汽在凝汽器內与冷却銅管子接触，乏汽的余热被冷却水吸收一部分后，就可凝結成水。

凝結水聚集在凝汽器下部的小水包中，需由凝結水泵将它抽出，并送經加热器的管子內(由汽輪机中抽出一部分未全作功的蒸汽在管子外)进行初步加热，再送到带除氧器的儲水箱中(除氧的目的是防止有氧气含在水內腐蝕鍋炉、汽輪机和管路等的金属部分)暂时儲存，最后通过給水泵升高給水压力送进鍋炉的省煤器，并吸收烟气中的余热將給水温度进一步提高，再回到汽包、鍋炉水管及水包中。这样就完成了一个封闭的循环。

在封闭的汽水循环系統中水汽循环变化着，照理說水汽是不会損失的。但实际工作中，由于保証水与汽的质量，鍋炉要排污，为了防止堵灰，要用一部分蒸汽吹灰，汽輪机軸穿过汽缸汽封处要冒汽，起动时要排放疏水，以及其他不可避免和可以避免的漏水漏汽。所以对系統中要进行补給水。这种补給水的数量虽不大，但决不能用生水(自来水)补充。否則系統本身的蒸餾水就要降低質量(盐分增加)，引起汽水系統結垢及腐蝕。特別是鍋炉水管、过热器管及汽机叶片等結垢及腐蝕后，将严重的影响經濟和安全。所以补給水必須经过化学处理的淨水器或蒸发器后再能进入除氧器，到儲水箱中使用。

四、冷却水系統(供給凝汽器冷却用水的部分)：

要使作完功的乏汽凝結成水，必須有大量的冷却水在凝汽器的銅管內流过，并依靠它吸收乏汽余热。这些冷却水由冷却水泵供給。假若发电厂附近的水源充足，則在江河中取水，当它吸收乏汽热量，温度升高了一些后又放回江河中。但是很多发电厂的

水源不充足，于是就要有冷水塔或冷水池等设备，使在凝汽器内吸收了热量的水，在冷水塔或冷水池中冷却后，再循环重复使用。所以冷却水系统又叫作循环水系统，冷却水泵也叫做循环水泵。

第2节 火力发电厂的损失与效率

一、火力发电厂的损失与热平衡：

在图1所示的系统中，燃烧1吨发热量为3,500大卡/公斤的低值煤时，根据能量守恒定律，我们应该能够从发电机获得

$$\frac{1000 \times 3500}{860} = 4070 \text{ 瓩小时的电能。}$$

式中860是1瓩小时的电能相当热的大卡数，叫做电能热当量。

但是实际上我们所获得的电能，远远达不到这个数值，而只有600瓩小时左右。这与能量守恒定律并没有任何矛盾。

由于在设备运行中不可避免地要有能的损失，所以燃料燃烧所产生的热能，不可能全部转变为电能。

“损失”并不意味着某一部分的能无影无踪地消灭了；能的损失应理解为部分的能白白地消耗在加热周围的空气、循环水、润滑油等上面，因而它不可能转变为电能。

火力发电厂不可能没有损失，所有锅炉、汽轮机、发电机以及其他各种设备，都或多或少地有些损失。但是应该尽可能地设法减少损失。下面说明一下各项损失的情况。

1. 燃料在燃烧的时候需要空气，燃烧以后放出它所含的热量，作为燃料的煤的一部分与空气化合成为烟气。烟气通过锅炉管和过热器管时，被吸去大部分热量，这时它的温度还比空气和煤进入锅炉时候的温度高很多，这就是说它还有相当多的热量（大约等于投入的燃料热量的18%）。烟气在流过省煤器和空气预热器的時候，有一部分热量被水和空气吸收了去，最后从烟囱冒出去的时候，还带着大约12%的热量跑到周围的空气里去了，这

一項損失就是烟氣損失。

空氣預熱器從烟氣里吸收的热量大約等於3%，這3%的熱對燃燒所需要的空氣進行預先加熱，使空氣帶著热量進入爐膛去幫助燃燒。這一部分热量沒有損失，在鍋爐設備里不斷地循環著。

省煤器從烟氣里吸收的热量大約等於3%，這热量是用來給進入鍋爐準備汽化的水加熱，這部分热量也沒有損失，是包含在蒸汽里被帶到汽輪機內去工作的。

2. 燃料在爐膛中燃燒時，它的能量不能全部放出來，因為部分燃料從爐篋縫隙落入灰斗中，另一部分未曾燃燒或曾經部分燃燒的燃料飛入烟道中。因機械的未完全燃燒（燃料漏失與帶走）與化學的未完全燃燒（碳與氧未完全化合）而產生的損耗的大小，多半與鍋爐設備管理的好壞有關。在裝有現代設備並且管理得有条理的發電廠里，這種損失是很少的。以上兩種損失合起來大約等於3%，這一項損失是機械與化學不完全燃燒的損失。

3. 在運行著的鍋爐的周圍，空氣是熱的，人在鍋爐的旁邊也會感覺到熱射到身上來，這是因為有一部分热量穿過鍋爐的磚牆輻射出來，形成鍋爐散熱損失，大約等於3%。

以上1、2、3三項損失屬於鍋爐設備的損失。

4. 鍋爐蒸发出來的蒸汽在流過蒸汽管路的時候，雖有保温層，但仍會有一部分热量被散射出來而損失掉，這就是管路散熱損失，大約等於1%。

5. 除了以上四項損失掉的热量外，其餘全被蒸汽帶進了汽輪機。其中一部分的熱能變換成為動能，用來轉動汽輪機，帶動發電機發電。蒸汽從汽輪機出來以後流進凝汽器，受到冷卻後又凝結成水。作為冷卻用的循環水在進入凝汽器以前，溫度較低；從凝汽器出來時，溫度升高好幾度，這表明它吸收了热量。循環水的量很大，吸收的热量也很多，這部分热量是沒有被利用的，造成了凝汽損失，是凝汽式汽輪機的热力設備的最大一項損失，大約相當於投入的燃料热量的58%以上。換句話說，就是投入热量

的一半以上損失在循環水里面了。

凝結水里還含有少量的熱量，在它被送回鍋爐的時候又帶進了鍋爐，這部分熱量也沒有損失掉，而是在熱力系統內循環着。

6. 汽輪機在運行的時候，機體的溫度比周圍環境的溫度高，也有一部分熱散到空氣里去，這就是汽輪機的散熱損失，大約等於0.5%。

7. 熱能在汽輪機里變換成的機械動能並沒有全部用來帶動發電機，有一部分還消耗在軸承的摩擦和通過蝸母輪帶動調速器和油泵等方面，每當機器運轉時，軸承及摩擦部分均發熱，機械功轉變成熱能，毫無用處地損失了，這都是屬於汽輪機的機械損失，大約等於1.5%。

以上5、6、7三項損失屬於汽輪機設備的損失。

8. 發電機從汽輪機得到的機械動能也沒有全部變成電能，而有一部分同樣地消耗在軸承的摩擦上。又因為繞圈要發熱，需要用冷卻空氣把繞圈的熱量帶走，這都屬於發電機的損失，大約等於2%。

9. 從發電廠發電機發出來的電要先經過變壓器，把電壓變成適合於電力輸送或用戶應用的電壓以後再送出去，因此有變壓器的損失，大約等於1%。

10. 在火力發電廠的生產過程中，本身需要一些電能來開動水泵和風機等，這部分電能是不能向用戶供應的，這就是廠用電，大約等於3%。

綜合以上1到9項和廠用電10的損失，在投入的熱能中沒有變換成可供使用的電能的熱共為85%，收穫的電能僅為15%。

根據能量守恆定律得出下列等式：

$$\text{輸入的能量} = \text{輸出的能量} + \text{損失。}$$

這一等式稱為設備的熱平衡。式中所謂輸入和輸出都是從熱力設備觀點來說的。

如果把它應用到火力發電廠，這一等式可寫作：

$$\text{耗用的煤所含的熱量} = \text{發出的電度} \times 860 + \text{各項損失。}$$

这就是火力发电厂的热平衡公式。

二、火力发电厂的全厂热效率：

对一切机械設備来说，输出的能量与輸入的能量的比值叫做效率。

$$\text{效率} = \frac{\text{输出的能量}}{\text{輸入的能量}}$$

对热力設備来说，轉变成功的热量与輸入的热量的比值叫做热效率。

$$\text{热效率} = \frac{\text{轉变成功的热量}}{\text{輸入的热量}}$$

在火力发电厂里，燒了多少煤，发出多少电来，是我們所关心的。也就是說发出的电能的热当量占所耗燃煤热量的百分数是我们很希望知道的，因为从这里可以知道收获究竟有多大，损失究竟有多少。这个百分数叫做全厂热效率，或称总效率。

例如已知某厂的标准煤耗为0.6公斤/度，标准煤的发热量为7,000大卡/公斤，我們就可以計算出这厂的全厂热效率：

$$\begin{aligned} \text{全厂热效率} &= \frac{\text{轉变成功的热量}}{\text{輸入的热量}} \\ &= \frac{1 \text{ 瓩小时的热当量}}{\text{标准煤耗} \times \text{标准煤发热量}} \\ &= \frac{860}{0.6 \times 7000} = 20.5\% \end{aligned}$$

火力发电厂的全厂热效率和它的热力裝置的完善性，蒸汽的工作过程以及热力系統等有关。上面所举的15~20.5%一般是小容量的、不带回热加热設備的发电厂的全厂热效率。如果使用新式热力裝置，采用优良的热力系統，高压高温的新蒸汽和較高的真空度等都能提高全厂热效率。完善的大容量的凝汽式热力裝置，可达到27~32%的全厂热效率。这个指标决不是最高的数字。因此发电厂的工作人员的任务是要熟悉設備构造、热力系統和生产过程，并且掌握科学技术，对运行、維護、檢修等方面，

进行研究，采用科学的管理和合理化的措施，鼓足干劲，大搞技术革新，尽量降低各种损失，以便在现有的装置条件下使总效率达到最高值。

第3节 水 蒸 汽

水蒸汽是火力发电厂的工质。水蒸汽在汽轮机里将热能变换成动能，所以在研究汽轮机以前，先对蒸汽的性质加以说明：

一、饱和蒸汽：

水在有限的空间中受热汽化时，同时发生与汽化相反的现象，就是液化过程。蒸汽的液化是由于蒸汽空间中的蒸汽分子朝着各个方向不断的运动，其中有一些朝下运动的分子撞击在水面上，这些分子又落入水分子的作用范围内而被吸住。随着汽化的进行，水面上的空间逐渐被蒸汽所充满，汽化的强度就逐渐缩小，而液化的强度就逐渐增大，到了一定时候，在体系中达到动的平衡。在这一状态中，从水中飞出的分子数目将等于从蒸汽空间中返回水中的分子数目。

在这种平衡状态下，在蒸汽的空间中将存在着可能最多数目的分子。也就是蒸汽具有最大的密度，这种蒸汽叫做饱和蒸汽。所以，饱和蒸汽是指跟液体处于平衡状态中的蒸汽。饱和蒸汽所具有的温度随它的压力而变化，这压力又等于液面上介质的压力，液体就在这介质中进行汽化，这是蒸汽的基本特性。这种特性指明：在介质的一定压力之下，饱和蒸汽具有一定的温度。当介质压力改变时，饱和蒸汽温度也将随着改变。如介质压力增大，饱和蒸汽温度将随之升高；反之，饱和蒸汽温度将降低。饱和蒸汽压力和温度的关系示于表1第一栏和第二栏。当饱和蒸汽压力为28公斤/厘米²时，饱和蒸汽温度为228.98°C；饱和蒸汽压力为90公斤/厘米²时，饱和蒸汽温度为301.92°C。从表中就可以很明显地看出饱和蒸汽的压力和温度的关系。

1. 干饱和蒸汽：当全部水汽化完毕时，就得到干饱和蒸汽。干饱和蒸汽的容积和温度跟压力有一定的关系，干饱和蒸汽的

状态由一个参数决定，例如压力，或者温度。

2. 湿饱和蒸汽：当水还未完全汽化时，就得到湿饱和蒸汽。湿饱和蒸汽乃是蒸汽和沸腾水的一些最小水滴的混合物。这些水滴均匀地分布在全部蒸汽中，并且处于悬浮状态。蒸汽在湿蒸汽中的重量百分数叫做干度，以 x 表示，而液体的重量百分数叫做湿度，以 y 表示。

由此 $y = 1 - x$ 。

例如 1 公斤湿饱和蒸汽中含有 200 克的小水滴，则 $x = 0.8$ ， $y = 0.2$ 。

对于干饱和蒸汽， $x = 1$ ，对于水 $y = 0$ 。

湿蒸汽的状态由两个参数决定，例如压力（或者温度）和干度。

二、过热蒸汽：

在定压下加热干饱和蒸汽，蒸汽的温度将升高，在这种过程中所得的蒸汽就是过热蒸汽。因此，过热蒸汽是指这样的蒸汽，它的温度高于同样压力下饱和蒸汽的温度。跟饱和蒸汽不同，过热蒸汽的温度随压力和容积确定。

过热蒸汽的温度和同一压力下的干饱和蒸汽的温度差叫做过热度。过热蒸汽的状态由两个独立参数确定，一般是压力和温度。

三、蒸汽的参数：

表示气体状态的物理量叫做参数。蒸汽的参数有六种：压力、温度、比容、含热量、干度和熵。其中除熵外，分述如下。

1. 压力：蒸汽对容器壁单位面积上的作用力叫做蒸汽的压力，以 p 表示，单位是公斤/厘米²。等于 1 公斤/厘米² 的压力也叫做 1 工程大气压，或简称大气压。用汽压表测量蒸汽的压力。汽压表的读数叫做表压力。当蒸汽的压力为 1 大气压时，汽压表上的指针指在零的位置。当蒸汽的压力大于 1 大气压时，指针才转动。所以表上所指示的压力数值是蒸汽压力超出大气压力的部分。如果要知道蒸汽的真正全部压力是多少，须将汽压表上指示

的压力加上大气压力，这种压力叫做绝对压力。由此：

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + \text{大气压力}。$$

因为大气压力约等于 1 大气压，所以上式可写成：

$$\text{绝对压力} \approx \text{表压力} + 1。$$

2. 蒸汽的温度：蒸汽的冷热程度叫做温度，以 t 表示。测量温度使用温度计，温度的单位是摄氏度，以 $^{\circ}\text{C}$ 表示。

3. 蒸汽的比容：单位重量蒸汽的容积叫做比容，以 v 表示，单位是米³/公斤。在表 1 的第六栏中可以查出各种不同压力下的干饱和蒸汽的比容。

以上三种是蒸汽的基本参数，它们之间有着密切的关系，如温度保持不变，压缩蒸汽使压力增大时，比容将缩小。如压力保持不变，加热使蒸汽温度升高时，比容将扩大。

4. 蒸汽的含热量：在定压过程下将 1 公斤 0°C 的水加热变成 1 公斤的蒸汽所需要的热量叫作蒸汽的含热量，或叫焓。

在一定的压力下，对水加热，水的温度逐渐升高，最后到达沸腾温度。在一定的压力下，将 1 公斤的水从 0°C 加热到沸腾温度所消耗的热量就是沸水含热量，或称液体热，以 i' 表示，单位是大卡/公斤。在表 1 的第三栏中可以查到各种不同压力下的沸水含热量。

如果对这种沸水在定压下继续加热，沸水内部大量汽化，但温度仍保持不变，并不升高，所加的热量是用来增加分子间的距离，就是用来改变物质的状态，由液态变成气态。这部分热量是汽化所需要的。在一定的压力下，把 1 公斤沸腾温度的水变成干饱和蒸汽所消耗的热量，叫做汽化热，或叫汽化潜热。用 r 来表示，单位是大卡/公斤。在表 1 的第四栏中可以查到各不同压力下的汽化热。

甲、干饱和蒸汽的含热量：把 1 公斤的水从 0°C 定压加热变成干饱和蒸汽所需要的热量就是干饱和蒸汽含热量。用 i'' 表示，单位是大卡/公斤。在表 1 第五栏中可以查到各种不同压力下的干饱和蒸汽的含热量。所以干饱和蒸汽的含热量等于沸水含热量

加上汽化热，就是：

$$\dot{i}'' = \dot{i}' + r.$$

乙、湿饱和蒸汽的含热量：把 1 公斤的水从 0°C 定压加热变成一定干度的湿饱和蒸汽所需要的热量就是湿饱和蒸汽的含热量。用 $\dot{i}_x$ 表示，单位是大卡/公斤。所以湿饱和蒸汽的含热量等于沸水含热量加上 x 公斤的汽化热，就是：

$$\dot{i}_x = \dot{i}' + xr.$$

丙、过热蒸汽的含热量：如果把干饱和蒸汽再继续定压加热，温度又开始上升，得到过热蒸汽。这部分热量叫做过热量，以 α 表示，单位是大卡/公斤。把 1 公斤的水从 0°C 定压加热成过热蒸汽所需要的热量就是过热蒸汽的含热量，以 $\dot{i}$ 表示，单位是大卡/公斤。所以过热蒸汽的含热量等于沸水含热量、汽化热和过热量之和。由此：

$$\dot{i} = \dot{i}' + r + \alpha = \dot{i}'' + \alpha.$$

因为过热量 α 计算较繁，所以过热蒸汽的含热量多不用上式来求，而是经常应用表 2 根据已知的压力和温度查出。如压力为 30 绝对大气压，温度为 400°C 的过热蒸汽的含热量等于 771.1 大卡/公斤。

5. 干度：前已讲解，不再重述。

四、蒸汽的膨胀与热降：

具有一定压力和温度的过热蒸汽在汽轮机喷嘴内膨胀，压力降低，速度增加。这部分动能是蒸汽的热能转换来的，所以蒸汽的含热量减少，温度也降低。蒸汽由初态膨胀到终态，初态含热量与终态含热量之差，叫做热降，以 h 表示，单位是大卡/公斤。由此，

$$h = \dot{i}_0 - \dot{i}_1.$$

式中 $\dot{i}_0$ ——蒸汽初态的含热量；

$\dot{i}_1$ ——蒸汽终态的含热量。

汽轮机都采用过热蒸汽作为工质，因为一则在初压和终压相同的条件下过热蒸汽比干饱和蒸汽的热降大，因此，可能转换的

表 1

干 飽 和 蒸 汽 表
(压力从0.02到224公斤/厘米²)

绝对压力 p (公斤/厘米 ²)	沸水温度 t_s °C	沸水含热量 i' (大卡/公斤)	汽化热量 r (大卡/公斤)	蒸汽含热量 i'' (大卡/公斤)	蒸汽比容 v (米 ³ /公斤)	蒸汽比重 γ (公斤/米 ³)
0.02	17.204	17.24	587.6	604.8	68.27	0.01465
0.04	23.641	28.65	581.1	609.8	35.46	0.2820
0.06	35.82	35.81	577.1	612.9	24.19	0.04134
0.08	41.16	41.14	574.1	615.2	18.45	0.05421
0.10	45.45	45.41	571.6	617.0	14.95	0.06688
0.15	53.60	53.54	567.0	620.5	10.21	0.09791
0.20	59.67	59.61	563.5	623.1	7.795	0.1283
0.25	64.56	64.49	560.6	625.1	6.322	0.1582
0.30	68.68	68.61	558.2	626.8	5.378	0.1877
0.35	72.91	72.85	555.6	628.5	4.491	0.2227
0.40	75.42	75.36	554.1	629.5	4.069	0.2458
0.45	78.27	78.22	552.4	630.6	3.643	0.2745
0.5	80.86	80.81	550.8	631.6	3.301	0.3029
0.6	85.45	85.41	548.0	633.4	2.783	0.3594
0.7	89.45	89.43	545.5	634.9	2.409	0.4132
0.8	92.99	92.99	543.2	636.2	2.125	0.4705
0.9	96.18	96.19	541.2	637.4	1.904	0.5253
1.0	99.09	99.12	539.4	638.5	1.725	0.5797
1.2	104.25	104.32	536.0	640.3	1.455	0.6875
1.4	108.74	108.85	533.1	642.0	1.259	0.7942
1.5	110.79	110.92	531.9	642.8	1.180	0.8472
1.8	116.33	116.54	528.2	644.7	0.9952	1.005
2.0	119.62	119.87	525.9	645.8	0.9016	1.109
2.5	126.79	127.2	521.1	648.5	0.7316	1.367
3.0	132.88	133.4	516.9	650.3	0.6166	1.622
3.5	138.19	138.8	513.1	651.9	0.5335	1.874
4.0	142.92	143.6	509.8	653.4	0.4706	2.125
4.5	147.20	148.0	506.7	654.7	0.4213	2.374
5.0	151.11	152.1	503.7	655.3	0.3816	2.621
6.0	158.08	159.3	498.5	657.8	0.3213	3.112
7.0	164.17	165.6	493.8	659.4	0.2778	3.600
8.0	169.61	171.3	489.5	660.8	0.2408	4.085
9.0	174.53	176.4	485.6	662.0	0.2187	4.568
10.0	179.01	181.2	481.8	663.0	0.1981	5.059
11.0	183.20	185.6	478.3	663.9	0.1808	5.530
12.0	187.08	189.7	475.0	664.7	0.1661	6.010
13.0	191.71	193.5	471.9	665.4	0.1541	6.488
14.0	194.13	197.1	468.9	666.0	0.1435	6.967
15.0	197.36	200.6	460.0	666.6	0.1343	7.446
16.0	200.43	203.9	463.2	667.1	0.1262	7.925
17.0	203.35	207.1	460.4	667.5	0.1190	8.405
18.0	206.14	210.1	457.8	667.9	0.1126	8.886
19.0	208.81	213.0	455.2	668.2	0.1068	9.366
20.0	211.38	215.8	452.7	668.5	0.1016	9.846
21.0	213.85	218.5	450.2	668.7	0.09682	10.33

續表

絕對壓力 p (公斤/厘米 ²)	沸水溫度 t_s °C	沸水含熱量 i' (大卡/公斤)	汽化熱量 r (大卡/公斤)	蒸汽含熱量 i'' (大卡/公斤)	蒸汽比重 v (米 ³ /公斤)	蒸汽比重 γ (公斤/米 ³)
22.0	216.23	221.2	447.7	668.9	0.09251	10.81
23.0	218.33	223.6	445.5	669.1	0.08856	11.29
24.0	220.75	226.1	443.2	669.3	0.08492	11.78
25.0	222.90	228.5	440.9	669.4	0.08157	12.26
26.0	224.99	230.8	438.7	669.5	0.07846	12.75
27.0	227.01	233.0	436.6	669.6	0.07557	13.23
28.0	228.98	235.2	434.4	669.6	0.07288	13.72
29.0	230.89	237.4	432.3	669.7	0.07037	14.21
30.0	232.76	239.5	430.2	669.7	0.06802	14.10
31.0	234.57	241.6	428.1	669.7	0.06583	15.19
32.0	236.35	243.6	426.1	669.7	0.06375	15.69
33.0	238.08	245.5	424.1	669.6	0.06179	16.18
34.0	239.77	247.5	422.1	669.6	0.05995	16.68
35.0	241.42	249.4	420.1	669.5	0.05822	17.18
36.0	243.04	251.2	418.3	669.5	0.05658	17.68
37.0	244.62	253.0	416.4	669.4	0.05501	18.18
38.0	246.17	254.8	414.5	669.3	0.05353	18.68
39.0	247.69	256.5	412.6	669.1	0.05212	19.19
40.0	249.18	258.2	410.8	669.0	0.05078	19.69
42.0	252.07	261.2	407.2	668.8	0.04828	20.71
44.0	254.87	264.9	403.5	668.4	0.04601	21.73
46.0	257.56	268.0	400.0	668.0	0.04393	22.76
48.0	260.17	271.2	396.5	667.7	0.04201	23.80
50.0	262.70	274.2	393.1	667.3	0.04024	24.85
55.0	268.69	281.4	384.8	666.2	0.03636	27.56
60.0	274.29	288.4	376.6	665.0	0.03310	30.21
65.0	279.54	294.8	368.8	663.6	0.03033	32.97
70.0	284.48	300.9	361.2	662.1	0.02795	35.78
75.0	289.17	307.0	353.5	660.5	0.02587	38.66
80.0	293.62	312.6	346.3	658.9	0.02402	41.60
85.0	297.86	318.2	338.8	657.0	0.02241	44.62
90.0	301.92	323.6	331.5	655.1	0.02096	47.71
95.0	305.80	328.8	324.4	653.2	0.01964	50.71
100.0	309.53	334.0	317.1	651.1	0.01845	54.21
110.0	316.58	344.0	302.7	646.7	0.01637	61.08
120.0	323.15	353.9	288.0	641.9	0.01462	68.42
130.0	329.30	363.0	273.6	636.6	0.01312	76.23
140.0	335.09	372.4	258.6	631.0	0.01181	84.68
150.0	340.56	381.7	243.2	624.9	0.01065	93.90
160.0	345.74	390.8	227.5	618.3	0.009616	104.0
170.0	350.66	400.3	210.5	610.8	0.008680	115.2
180.0	355.35	410.2	192.3	602.5	0.007809	128.0
190.0	359.82	420.4	172.8	593.2	0.006994	143.0
200.0	364.08	431.5	150.8	582.3	0.00620	161.2
210.0	368.16	444.7	123.4	568.1	0.00539	185.7
220.0	372.1	463.4	84	517.0	0.00449	223.0
224.0	373.6	478	54	532.0	0.00394	254.0

表 2
过热蒸汽含热量: 大卡/公斤

绝对压力 (公斤/厘米 ²)	温度									
	250	280	300	320	350	380	400	420	450	500
10	702.6	717.8	728.0	738.0	753.6	768.9	779.4	789.3	804.6	819.9
11	704.7	717.1	727.3	737.6	753.0	768.4	778.8	789.0	804.3	819.7
12	706.8	716.4	726.6	737.0	752.6	768.0	778.5	788.5	803.9	819.4
15	698.1	714.1	724.7	735.1	751.0	766.7	777.1	787.5	803.0	818.5
17	696.0	712.6	723.3	733.8	750.0	765.2	776.4	786.8	802.3	818.0
18	695.1	711.8	722.8	733.5	749.5	765.3	775.9	786.3	802.0	817.7
19	694.1	711.0	722.0	732.8	749.0	764.9	775.5	786.0	801.6	817.4
20	693.2	710.2	721.3	732.3	748.5	764.5	775.1	785.6	801.3	817.2
21	688.7	704.0	716.3	727.8	744.8	761.4	772.3	783.1	799.1	815.1
28	684.5	703.7	715.6	727.2	744.3	760.9	771.9	782.7	798.8	814.8
29	683.3	702.8	714.8	726.5	743.8	760.5	771.4	782.3	798.4	814.6
30	682.1	701.9	714.1	725.9	743.3	760.1	771.1	781.9	798.1	814.3
31	681.2	701.1	713.4	725.3	742.7	759.1	770.7	781.6	797.8	814.0
32	679.7	700.1	712.7	724.6	742.2	759.1	770.1	781.1	797.5	813.7
33	678.6	699.3	711.9	724.0	741.6	758.6	769.8	780.8	797.2	813.4
35	676.2	697.7	710.6	722.6	740.5	757.7	768.9	780.0	796.5	812.9
40	678.1	699.0	706.6	719.4	737.7	755.3	766.8	778.1	794.9	811.4
50	—	690.7	698.1	712.3	732.0	750.6	762.6	774.3	791.5	808.6
60	—	670.6	689.0	705.0	726.3	745.8	758.3	770.4	788.0	805.9
70	—	—	678.6	696.9	720.1	740.8	753.7	766.3	784.5	802.3
80	—	—	666.6	687.9	713.6	735.6	749.2	762.1	781.0	799.2
90	—	—	—	677.6	706.8	730.1	744.3	757.8	777.8	795.1
100	—	—	—	665.9	698.8	724.2	739.3	753.5	773.6	792.8
110	—	—	—	652.4	690.5	718.3	734.2	749.2	770.2	786.8