

電力工業生產過程 基本知識

第一分冊

鍋 爐

電力工業部干部學校編

電力工業出版社

電力工業生產過程 基本知識

第一分冊
鍋 爐

電力工業部干部學校編

電力工業出版社

內 容 提 要

本書簡要的介紹了蒸汽鍋爐的基本知識。書中着重的敘述了鍋爐的種類、構造和功用，並根據“電力工業技術管理暫行法規”的精神和現場的一些實際情況，對鍋爐在運行、維護和檢修中應注意的問題作了較明確的說明。

本書不僅適合電業系統的轉業幹部和需要熟悉電業業務知識的同志學習，而且對電業系統的一般技術人員也有參考價值。

電力工業生產過程基本知識

第一分冊

電力工業部幹部學校編

402R89

電力工業出版社出版(北京府右街26號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第082號

北京市印刷一廠印刷 新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{32}$ 開本 * 51印張 * 84千字 * 定價(第9類)0.75元

1956年10月北京第1版

1956年10月北京第1次印刷(0001—15,100冊)

序 言

“電力工業生產過程基本知識”原是電業管理總局一九五四年局長研究班的教材。局長研究班的教學大綱是在蘇聯專家的幫助下制訂的；而教材的編寫工作，是由電業系統的幾位學術經驗豐富的專業工程師執筆的，他們在編寫過程中，不僅吸取了蘇聯的先進經驗，而且結合了我國現場的具體情況。

由於局長研究班的學員大都是轉業不久的同志，他們都不懂技術，管理業務也不熟悉，因此，在編寫這套教材時，儘量使得內容淺顯，說理簡明，結構嚴密，通俗易懂；並且避免了許多複雜煩瑣的公式。

“電力工業生產過程基本知識”不僅適合於電業系統的轉業領導幹部學習，同時也是幫助其他不熟悉電業業務知識的工作同志學習技術知識的一套好書。此外，對於一般工程技術人員也有參考價值。

這套教材是由下列幾位同志編寫的：第一分冊（鍋爐）——惲肇強同志；第二分冊（汽輪機）——張景

泰同志：第三分册(發电机与电动机)——盛澤園同志；第四分册(变压器和配电裝置)——俞恩瀛同志；第五分册(高压架空輸电綫路)——徐博文同志；第六分册(力能系統的調度管理)——陈德裕同志；第七分册(繼电保护裝置)——刘倫同志；第八分册(油务管理)——秦金藻同志。

虽然，編寫这套教材的同志，在主观上已經尽了最大努力；但由於缺乏寫作經驗，文字修养不够高，尤其多数是在業余時間整理的，因而不完善的地方，無疑是存在的。我們誠懇的希望讀者提出意見和批評，以后再版时修正。

電力工業干部学校

目 錄

序 言

第一章 有关鍋爐的一般物理概念、蒸汽性質、

傳热及燃料的知識 5

第1節 一般物理概念..... 5

第2節 蒸汽性質.....13

第3節 傳热方法.....17

第4節 燃料.....19

第二章 鍋爐設備.....30

第1節 鍋爐設備的一般概念.....30

第2節 鍋爐本体(簡稱鍋爐).....33

第3節 改善蒸汽質量的設備.....65

第4節 燃燒室.....74

第5節 过热器.....85

第6節 省煤器.....99

第7節 空气預热器..... 107

第8節 送吸風机設備..... 117

第9節 除灰設備..... 125

第10節	除塵設備	131
第11節	煤粉製造設備	138
第三章	鍋爐設備的運行和檢修	150
第1節	鍋爐設備的運行	151
第2節	鍋爐在運行中的事故	169
第3節	鍋爐設備的檢修	177

第一章 有关鍋爐的一般物理概念、 蒸汽性質、傳热及燃料的知識

鍋爐是工業上常見的設備，它是利用燃燒燃料所發生的热量將水化為蒸汽的設備，它所發生的蒸汽可用來推動原動機，也可供取暖用。在發電廠中的鍋爐，發生大量的蒸汽供汽輪機用。蒸汽使汽輪機轉動而帶動發電機發出電能，也有一部分蒸汽作為取暖用或其他的用途。本書所討論的僅限於發電廠所用的鍋爐。

第1節 一般物理概念

1. 溫 度

在日常生活中，我們用手摸東西，會感到冷或熱。冷熱的程度用溫度表示，換句話說，溫度是用來表示物體冷熱情況的。測定物體冷熱情況的工具叫溫

度計，最常的温度計是水銀温度計，也叫做百度計或攝氏温度計。

在鍋爐上測量蒸汽温度、爐烟温度、燃燒室火焰温度等都用温度計，因温度的高低不同，所用的温度計也有好几种：

(1) 水銀温度計：可測 600°C 以下的温度。

(2) 热电偶温度計：可測 600°C 以上和 1500°C 以下的温度。热电偶的構造是这样的：把兩根不同材料的金屬綫 1 和 2 的一端在甲的地方焊在一起；兩根金屬綫的另一头乙和丙由電綫連接到檢流表。如果把甲一端放在准备測高温的地方，而金屬綫头乙和丙所在的地方温度不变，那么金屬綫上就有电流流过，这个电流流过檢流表就使表的指針移动。甲点的温度越高，电流就越大，指針移动得也越多。檢流表的表盤上所刻的是温度数值，所以在測量时可以直接讀出所量的温度是多少。

(3) 高温計：測量 1500°C 以上的高温用高温計。高温計有輻射高温計和光学温度計兩種。輻射温度計是用一

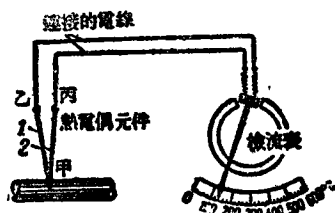


圖 1-1 热电偶温度計示意图

个透鏡或反射鏡把被测物体所放射的热能集中在一点，並在这一点裝一灵敏的热电偶，使之產生电能，电流的大小也就是代表温度多少度，这可由檢流表表示出來。光学溫度計实际上是一个光度計，它的基本原理是把被测物体在一定波長的光綫內的亮度和裝在仪表內部的灯絲亮度作比較，調整可变电阻使灯絲消失，在灯絲光的亮光与由物体攝進來的亮光分不出來时，灯絲才会看不見，这时由灯絲所通过的电流多少就可以決定物体的温度。这两种高溫計做成望遠鏡的样子，用它們來观察物体时，可不接触物体，离开热源，將光度吸入高溫計。用这种溫度計測量燃燒室火焰的温度是非常方便的。

2. 压 力

压力是發電設備中所常用的而且是最重要的一种量度。任何鍋爐不管容量多大都需要用压力表來測量蒸汽压力。什么叫做压力呢？作用於單位面積上的力量称为压力。如果把蒸汽放在一个密閉的容器中，它就以相等的力量作用於容器的四壁，蒸汽作用於容器單位面積上的力量叫做蒸汽压力。

在工程上是以每一平方公尺或每一平方公分面積

上受多少公斤的力量來表示，單位是公斤/平方公尺或公斤/平方公分。鍋爐內的蒸汽壓力是以公斤/平方公分作單位的。我們四周的空氣也是有壓力的，這壓力叫做大氣壓力，約等於 1 公斤/平方公分。如果我們量出某鍋爐的蒸汽壓力為 30 公斤/平方公分的話，那就是說蒸汽壓力比四周空氣的壓力大 30 公斤/平方公分。我們叫 30 公斤/平方公分這個壓力為表大氣壓力（蘇聯用 АТН 表示表大氣壓力），表壓力加上四周空氣的壓力，叫絕對大氣壓力（蘇聯用 АТА 表示絕對大氣壓力）。如果鍋爐中的蒸汽壓力是 30 個表大氣壓力，那就等於 31 個絕對大氣壓力。所以我們說：

$$\begin{aligned}\text{絕對大氣壓力} &= \text{表大氣壓力} + \text{大氣壓力} \\ &= \text{表大氣壓力} + 1\end{aligned}$$

當量出的壓力低於大氣壓力的時候，這所量出來的壓力叫做負壓或真空。在這一情況下絕對大氣壓等於大氣壓力減去負壓（真空）。

$$\begin{aligned}\text{絕對大氣壓力} &= \text{大氣壓力} - \text{負壓（真空）} \\ &= 1 - \text{負壓（真空）}\end{aligned}$$

少於一個表大氣壓力或是負壓力的單位通常不用“大氣壓”來表示，而用水銀柱或水柱的高度來表示。我們如把水銀裝入一個 U 形玻璃管中，一端通到大

氣中，一端接到要量壓力的地方。當未接到要量壓力的地方時，U形玻璃管兩頭管中的水銀柱的高度是相等的，當玻璃管接到要量壓力的地方時，U形管中兩頭水銀柱高度即不相等了。如果U形管通到大氣壓的一頭的水銀柱低於另一頭的水銀柱，則表示所量的壓力為負壓，兩個水銀柱高度的差數以公厘計，也即表示負壓力的大小，如兩者高度之差為300公厘時，我們說負壓等於300公厘水銀柱。如果U形管中通到大氣壓力的一頭的水銀柱高出另一頭的水銀柱，則所量的壓力為正壓，如兩者高度之差為300公厘時，我們說壓力(表壓力)等於300公厘水銀柱。從一般物理書上知道，一個大氣壓力等於735.6公厘水銀柱的高度，所以我們量出來的水銀柱的高度可以直接用來表示壓力(或負壓)，也可以換算成大氣壓力。如壓力為300公厘水銀柱時，則 $300 \text{ 公厘水銀柱} = \frac{300}{735.6} = 0.408$ 公斤/平方公分(大氣壓力)。也可以求出絕對大氣壓。

絕對大氣壓 = $300 + 735.6 = 1035.6$ 公厘水銀柱
或

絕對大氣壓 = $0.408 + 1 = 1.408$ 公斤/平方公分
如負壓為300公厘水銀柱，則

絕對大氣壓 = $735.6 - 300 = 435.6$ 公厘水銀柱

或

$$\text{绝对大气压} = 1 - 0.408 = 0.592 \text{ 公斤/平方公分}$$

要量更小的压力，可用水來代替水銀。因为水銀的比重是水的 13.6 倍，所以一个大气压力 $= 735.6 \times 13.6 = 10\,000$ 公厘水柱的高度。平常量送吸風机的压力和燃烧室的压力，多以水柱的高度表示。“电力工業技術管理暫行法規”（以后简称法規）第 181 条中說在鍋爐昇火期間，燃烧室上部应保持 3 公厘水柱的負压，如果以公斤/平方公分的單位表示

$$3 \text{ 公厘水柱} = \frac{3}{10\,000} = 0.0003 \text{ 公斤/平方公分}$$

就太不方便了。

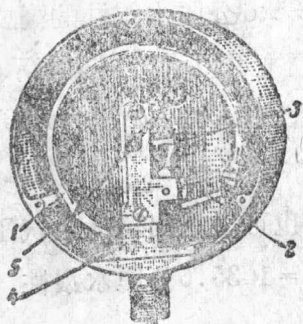


圖1-2 螺旋彈簧式压力表

1—空心彈簧弯管；2—槓桿；

3—齒輪；4—連通接头；

5—压力表指針。



圖1-3 膜片彈簧式压力表

1—彈簧片；2—管子；

3—軸；4—齒輪。

在發电厂量蒸汽压力和給水水压，可以用螺旋彈簧式压力表(見圖 1-2)或膜片彈簧式压力表(圖 1-3)。量風压可用U形管式風压表(見圖 1-4)，表內注以水銀或注入着色的水。为了讀数更精确一点，可將風压表做成斜管式風压表(圖 1-5)。

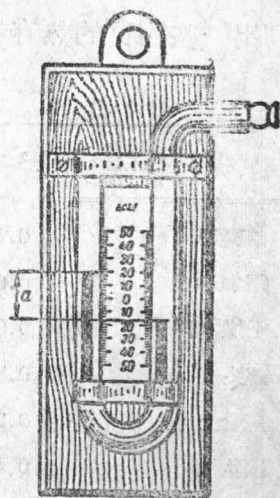


圖 1-4 U形管式風压表

3. 熱 容 量

我們知道將各种物体热到同一的温度所需的热量是各不相同的。例如將一公斤的水和一公斤的磚头热到同一的温度，水所需的热量为磚头所需热量的 5 倍。



圖 1-5 斜管式風压表

將1公斤的水加热，使其温度升高 1°C 所需要的热，是被公認為計量热的單位。这个單位叫做大卡或仟卡。

热 1 公斤物質使升高 1°C 时所需的热量，称为該

物質的热容量。热容量的單位是大卡/公斤度。下表列出一些物質的热容量。

各种物質的热容量

表 1-1

物質名称	热容量	物質名称	热容量
碳素鋼	0.11	水	1
銅	0.091	冰	0.54
干燥木料	0.65	空气(在等压下加热)	0.24
磚头	0.2	煤炭	0.30
三合土	0.27	渣	0.18
礦物油	0.4		

热容量在我們实际工作中有很大的用处。假如我們知道某一物体的重量及其热容量，我們要將这物体由某一温度热到另一温度时，就可以計算出这物体需要多少热量。計算的方法是將該物体的重量乘以該物体的热容量及所昇高的温度的度数。例如將 1000 公斤的水由 20°C 热到 100°C ，則所需要的热量为 $1000 \times 1 \times (100 - 20) = 80\,000$ 大卡。

根据物体的热容量，可以判断出各种物体含有多少热量以及当其冷却时能放出多少热量來，因为物体加热到某一温度所需的热量在其冷却到未加热以前的

温度时，即將所吸收的热量放出來。

第2節 蒸汽性質

我們知道，在一个开口器皿內加热液体时，液体由其表面蒸發到大气中去，当温度升高时，蒸發逐漸加快，当达到一定的温度时，液体会剧烈地变成蒸汽，液体开始沸騰。假若更進一步加热，液体会全部变成蒸汽。液体开始沸騰的温度与液体所受的压力有关。在一个大气压力下，水在 100°C 时即沸騰(准确地說是 99.1°C)。假若水在一閉合容器內加热，而且保持容器內的压力10个絕對大气压，則水要在 179°C 时才会沸騰，在100个絕對大气压下，水的沸騰温度等於 309.5°C 。还有一个特性必須指出，在一定的压力下，液体在沸騰和化成蒸汽的整个过程中，温度是不会变的。这个温度叫做沸騰温度。在沸騰温度下的蒸汽叫做飽和蒸汽。例如，在100个絕對大气压力下，飽和蒸汽温度等於水的沸騰温度，也就是說等於 309.5°C 。

假定蒸汽不从容器中引出來而繼續加热，容器內的压力就要增高，与压力增加的同时，沸騰水的温度也就是飽和蒸汽的温度亦隨着增高。

假若加热处在負压下的容器中的水，則水的沸騰

温度將不是 100°C 而比 100°C 低。如容器中的負压为 0.96 公斤/平方公分，即絕對大气压力等於 0.04 公斤/平方公分，則水的沸騰温度將是 29°C 。

压力愈高，水的沸騰温度也愈高，这个关系示於表 1-2 中。

水的沸騰温度与压力的关係 表 1-2

压力，絕對大气压	沸騰温度， $^{\circ}\text{C}$	压力，絕對大气压	沸騰温度， $^{\circ}\text{C}$
0.05	32	20	211.4
0.1	45.5	25	229.9
0.5	80.9	30	232.7
1	99.1	40	249.2
2	119.6	50	262.7
5	151.1	100	309.5
10	179	150	340.6
15	197.4	200	364.1

由上表可以明顯地看出，在 15 个絕對大气压下要得到蒸汽，需將水热到 197.4°C ；在 100 个絕對大气压时，水要热到 309.5°C 。

1 公斤的水从温度为 0°C 时变到規定压力的蒸汽所需要的总热量，叫做蒸汽含热量。蒸汽含热量的單