

簡易機械講座 8

鍋爐與蒸氣輪機

小林恒和著 / 徐景福譯 / 正言出版社印行

● ● ● ● 簡易機械講座 8 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

鍋爐與蒸氣輪機

● ● ● ● ● ● ● ● ● ● 徐景福編譯 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

江苏工业学院图书馆
藏书章

版權所有◇請勿翻印



77. 10. 31 再版

簡易機械講座⑧鍋爐與蒸氣輪機(精裝)

譯者：徐景福◇特價二一〇元

本出版社業經行政院新聞局核准登記
發給出版事業登記證台業〇四〇七號

出版者
正言出版社

台南市新和路六號

發行者

正言出版社

發行人

徐安

總發行部

正言出版社

台南市新和路六號

電話：(06) 2613175-7

郵政劃撥帳號 0031614-7

印刷者

大眾書局

安平廠

台南市新和路六號

序

雖然目前已進入原子時代，原子動力廠有相當的進展。但與蒸氣動力廠比較，為數仍少。因此，就發電量而言，蒸氣動力廠的重要性無絲毫或減。

敘述蒸氣動力廠主要設備之蒸氣輪機及鍋爐的書籍，坊間偶而可見，唯內容不是過於簡陋，就是失之過深。不適合高工及工專程度閱讀。本書乃針對高工及工專學生等初次涉及蒸氣動力者而寫，全書分為蒸氣鍋爐及蒸氣輪機兩部分。

第1章敘述熱、傳熱、熱力學、蒸氣等以為斯學入門之基礎。第2～5章詳述鍋爐的種類、構造及操作方法，第6～10章說明蒸氣輪機的各部細節。全書無難解的理論，解說儘量平易。

譯者學識淺薄，雖然盡了最大努力譯寫，但不盡人意的地方，容或不免，敬希讀者指正。

譯者：識於頭份

目 錄

1 熱與蒸氣	1
1.1 溫度、熱量的單位及比熱	1
1.1.1 溫 度	1
1.1.2 熱量的單位	3
1.1.3 比 熱	4
1.2 傳 熱	7
1.2.1 熱輻射	8
(a) 關於熱輻射的基礎定律	(8)
(b) 2 固體面間的輻射	(10)
(c) 氣體的輻射	(12)
1.2.2 熱傳導	18
(a) 熱傳導與熱傳導率	(18)
(b) 平板的穩定熱傳導	(19)
(c) 圓管的穩定熱傳導	(21)
1.2.3 熱傳達	22
(a) 熱傳達	(22)
(b) 熱傳達率	(24)
1.2.4 熱貫流	26
1.3 熱力學的基本定律	30
1.3.1 熱力學第一定律	30
(a) 熱力學第一定律	(30)
(b) 狀態量及狀態式	(32)
(c) 內 能	(32)
(d) 靜止中之物體的能量式	(33)

2

(e) 對於實施穩定流動之物體的能量式…… (34)

(f) 可逆變化與 PV 線圖…… (36)

1.3.2 熱力學第二定律…… 40

(a) 熱力學第二定律…… (40)

(b) 循 環…… (41)

(c) 卡諾循環…… (42)

(d) 熵…… (46)

1.4 蒸 氣 …… 50

1.4.1 蒸氣的一般性質…… 51

1.4.2 蒸氣的熱力學狀態…… 53

(a) 飽和液…… (53)

(b) 飽和蒸氣…… (55)

(c) 過熱蒸氣…… (55)

1.4.3 蒸氣表與蒸氣線圖…… 56

(a) 蒸氣表…… (56)

(b) 蒸氣線圖…… (57)

2 鍋爐的種類及構造 …… 60

2.1 鍋爐的概要 …… 60

2.1.1 鍋爐的構成部分…… 60

2.1.2 鍋爐的分類…… 63

2.1.3 鍋爐的容量及性能…… 63

(a) 鍋爐的容量…… (63)

(b) 鍋爐效率…… (65)

(c) 傳熱面蒸發率及蒸發倍數…… (66)

(d) 爐篦燃燒率及火爐熱發生率…… (66)

2.2 圓形鍋爐 …… 67

2.2.1	立式鍋爐	69
(a)	橫管式.....	(69)
(b)	多管式.....	(70)
(c)	考克蘭鍋爐.....	(71)
2.2.2	爐筒鍋爐.....	71
(a)	可魯尼西鍋爐.....	(72)
(b)	蘭卡西鍋爐.....	(74)
2.2.3	火管鍋爐.....	75
(a)	火管鍋爐.....	(75)
(b)	機車鍋爐.....	(77)
(c)	機車形鍋爐.....	(78)
2.2.4	爐筒火管鍋爐.....	79
(a)	船用圓形鍋爐.....	(79)
(b)	陸用爐筒火管鍋爐.....	(81)
2.3	自然循環式水管鍋爐.....	82
2.3.1	直管式水管鍋爐.....	83
(a)	組合鍋爐.....	(84)
(b)	田熊式鍋爐.....	(84)
2.3.2	曲管式水管鍋爐.....	85
2.3.3	輻射鍋爐.....	88
2.4	強制流動式水管鍋爐.....	89
2.4.1	強制循環式水管鍋爐.....	90
(a)	拉門特鍋.....	(91)
(b)	貝羅克斯鍋爐.....	(92)
2.4.2	貫流鍋爐.....	93
(a)	賓遜鍋爐.....	(93)
(b)	茲魯夏鍋爐.....	(94)

(c) 小形貫流鍋爐 (94)

2.5 特殊鍋爐 95

2.5.1 鑄鐵鍋爐 95

2.5.2 間接加熱鍋爐 96

(a) Schmidt 鍋爐 (97)

(b) 雷夫拉鍋爐 (97)

3 鍋爐的附屬機器 99

3.1 過熱器 99

3.1.1 過熱器的種類 99

3.1.2 過熱器的構造 100

3.1.3 蒸氣溫度的調節法 102

3.1.4 再熱器 103

3.2 省煤器 104

3.2.1 省煤器的種類 104

3.2.2 省煤器的構造 104

3.2.3 省煤器的處理 106

3.3 空氣預熱器 106

3.3.1 空氣預熱器的種類 107

3.3.2 空氣預熱器的構造 107

3.3.3 空氣預熱器的處理 108

3.4 通風及通風裝置 109

3.4.1 通風 109

(a) 通風方式 (109)

(b) 通風的抵抗 (110)

3.4.2 煙鹵及煙道 111

3.4.3 通風機 113

3.5	給水裝置	114
(a)	往復泵浦	(114)
(b)	輪機泵浦	(115)
(c)	射水器	(115)
(d)	自動給水調節裝置	(116)
3.6	附屬裝置及附屬品	116
3.6.1	安全閥	116
3.6.2	減少安全裝置	118
3.6.3	高低水位警報器	118
3.6.4	壓力計	119
3.6.5	水面計	120
3.6.6	蒸氣清淨裝置	122
3.6.7	吹洩裝置	123
3.6.8	其 他	124
4	燃料、燃燒及燃燒裝置	125
4.1	鍋爐用燃料	125
4.1.1	固體燃料	125
(a)	煤的分類	(125)
(b)	煤的分析	(128)
(c)	煤的性質	(129)
4.1.2	液體燃料	131
4.1.3	氣體燃料	131
4.2	燃 燒	134
4.2.1	燃燒及發熱量	134
4.2.2	燃燒需要的空氣量	137
(a)	理論空氣量	(137)

(b) 過量空氣	(138)
4.2.3 燃燒室	140
4.3 煤燃燒裝置	141
4.3.1 爐篦燃燒裝置	141
(a) 人工加煤	(142)
(b) 撒佈加煤機	(142)
(c) 火下加煤機	(143)
(d) 鏈篦式加煤機	(144)
(e) 階段加煤機	(146)
4.3.2 微粉煤燃燒裝置	147
(a) 特 徵	(147)
(b) 方 式	(148)
(c) 主要設備	(149)
(d) 濕式燃燒爐	(152)
(e) 克雷瑪微粉煤燃燒裝置	(153)
(f) 處 理	(153)
4.4 重油燃燒裝置	154
4.4.1 重油燃燒器	154
(a) 壓力噴霧式燃燒器	(154)
(b) 蒸氣或空噴霧式燃燒器	(155)
(c) 旋轉式燃燒器	(156)
4.4.2 油供給系統	156

5 鍋爐的操作

5.1 鍋爐的操作	157
5.1.1 起動時的操作	157
5.1.2 運轉中的操作	158

5.1.3	使用停止時的操作	159
5.2	給 水	159
5.2.1	給水中的不純物	160
5.2.2	鍋爐用水之不純物引起的障害	161
5.2.3	鍋爐用水的標準值	162
5.2.4	給水處理	162
	(a) 夾雜物的除去	(163)
	(b) 氣體的除去	(163)
	(c) 溶解固形分的除去	(163)
5.2.5	鍋爐水處理	165
6	蒸氣輪機的概要	167
6.1	作動原理及構成部分	167
6.2	蒸氣輪機的分類	168
6.3	蒸氣輪機的形式	169
6.3.1	衝動式輪機	169
	(a) 單式輪機	(169)
	(b) 速度複式輪機	(170)
	(c) 壓力複式輪機	(171)
6.3.2	反動式輪機	172
	(a) 軸流反動輪機	(172)
	(b) 徑向流反動式輪機	(172)
6.3.3	混式輪機	173
6.3.4	凝結輪機	174
6.3.5	背壓輪機，抽氣輪機	176
6.3.6	積蓄器輪機	177
6.3.7	排氣輪機及其他輪機	178

6.4	蒸氣動力廠循環	178
6.4.1	朗肯循環	178
6.4.2	再熱循環	180
6.4.3	再生循環	181
6.4.4	再熱再生循環	184
7	蒸氣輪機內蒸氣的流動及其作用	185
7.1	噴嘴內的流動	185
7.1.1	理想的流動	185
7.1.2	實際的流動	189
7.2	回轉葉片的流動	191
7.3	衝動輪機的週邊效率	192
7.3.1	單式衝動輪機的週邊效率	192
7.3.2	速度複式衝動輪機的週邊效率	195
7.3.3	壓力複式衝動輪機的週邊效率	196
7.3.4	輪流反動輪機的週邊效率	198
7.3.5	徑流反動輪機的週邊效率	200
7.4	蒸氣輪機的各种損失	201
7.4.1	蒸氣輪機的內部損失	201
	(a) 噴嘴損失	(202)
	(b) 回轉葉片損失	(202)
	(c) 流出速度損失	(203)
	(d) 內部洩漏損失	(204)
	(e) 濕損失	(204)
	(f) 回轉損失	(204)
7.4.2	內部效率及再熱係數	205
7.4.3	蒸氣輪機的外部損失	206

7.5	蒸氣輪機的性能.....	207
7.5.1	輪機的有效效率.....	207
7.5.2	蒸氣消費量及熱消費量.....	208
8	蒸氣輪機的主要部.....	211
8.1	輪機的輪室.....	211
8.2	噴 嘴.....	212
8.3	葉 片.....	213
8.4	隔 板.....	215
8.5	輪機圓板及輪機圓筒.....	216
8.6	軸 軸承及聯軸節.....	217
8.7	防漏裝置.....	218
9	蒸氣輪機的調整裝置.....	219
9.1	調速裝置.....	219
9.2	節流調速法與噴嘴封閉調速法.....	221
9.3	調壓裝置.....	222
10	凝結裝置.....	224
10.1	凝結裝置的概要.....	224
10.2	表面凝結器的構造.....	225
10.3	附屬裝置.....	226
	(a) 抽氣泵浦..... (226)	
	(b) 循環泵浦..... (226)	
	(c) 凝結泵浦..... (227)	
10.4	給水系統.....	227

／ 熱與蒸氣

1.1 溫度、熱量的單位及比熱

溫度不同的 2 個物體互相接觸時，則熱從高溫物體移動於低溫物體，此時熱的移動，由於物體間的溫度差而繼續進行。如果不受其他物體的影響，則於經過相當的時間後，2 個物體變成同一溫度，熱的移動停止。此種狀態稱平衡狀態。從各種的經驗得知，當物體 A 與物體 B 呈熱平衡，而物體 B 與物體 C 復呈熱平衡時，則物體 A 與物體 C 為熱平衡。即，A 與 B 同溫度、B 與 C 同溫度之際，A 與 C 為同溫度。

1.1.1 溫度

溫度乃表示吾人所感到冷暖程度的標記。吾人雖可感覺物體溫度的高低，但能感覺的範圍狹小而且不正確，所以一般乃使用溫度計測定溫度。溫度計乃利用於一定狀態保持一定的值，隨溫度的變化而呈規則變化之物體的性質。例如，物體的熱膨脹，熱起電力，熱放射，電阻等係利用因溫度而變化的性質。

溫度刻度一般用攝氏溫度刻度為多。攝氏溫度刻度，係於標準氣壓之下，使純水凝固之溫度即冰點以及純水沸騰時之溫度即蒸氣點，作為溫度的基本定點；冰點定為 0 度，蒸氣點定為 100 度，兩定點溫度差之 $1/100$ ，定為一度。溫度可低於 0 度及高於 100 度，溫度普通用 $^{\circ}\text{C}$ 表示。除了攝氏溫度刻度外，亦使用華氏溫度刻度。華氏溫度刻度，乃於標準氣壓下，純水的冰點及蒸氣點各定為 32 度及 212 度，其間之 180 等分之 1 稱為 1 度，用 $^{\circ}\text{F}$ 符號表

2 鍋爐與蒸氣輪機

之。英國及美國使用。現在分別用攝氏及華氏的刻度 t 及 t_F 表示同一溫度，則下列的關係成立

$$t = \frac{5}{9} (t_F - 32) \quad (1.1)$$

$$t_F = \frac{9}{5} t + 32 \quad (1.2)$$

依據熱力學，溫度在高溫無極限；但在低溫被證明有極限。理想氣體根據查理定律，在一定容積之情況下，氣體壓力在溫度下降 1°C 即減少 0°C 時壓力之 $1/273.15^\circ\text{C}$ ，溫度下降至 -273.15°C 時，壓力變為零，在此溫度下，氣體之分子運動完全停止，故 -273.15°C 乃最低極限之溫度，以熱力學的最低溫度即 -273.15°C 定為 0 度的溫度刻度，稱為絕對溫度刻度，據此所表示的溫度稱為絕對溫度，而 -273.15°C 稱為絕對零度。攝氏及華氏溫度刻度其原來的零點移至絕對零度時，則成為攝氏絕對溫度及華氏絕對溫度，分別用 T 及 T_F 表示。

$$T = t + 273.15 \div t + 273 \quad (1.3)$$

$$T_F = t_F + 459.69 \div t_F + 460 \quad (1.4)$$

$$T = \frac{5}{9} T_F \quad (1.5)$$

攝氏絕對溫度用 $^\circ\text{K}$ 或 $^\circ\text{Cabs}$ ，華氏絕對溫度用 $^\circ\text{R}$ 或 $^\circ\text{Fabs}$ 之符號表示。

攝氏絕對溫度亦稱開爾文度 (Degree Kelvin)，為國際溫度刻度的基本刻度。又，國際實用刻度，大抵與攝氏溫度刻度同。日本的計量法之規格係以國際規格為準據。因此，溫度的計量單位用開爾文度，規定水的三重點為 -273.15°K ，刻度為熱力學的絕對溫度刻度。補助單位用度，係從開爾文度減去 273.15 所得之數值而表示的刻度，與攝氏刻度一致。

1.1.2 熱量的單位

物體所以有冷暖的差異，係物體保有的熱量不同所致。溫度高時，其保有的熱量乃較溫度低時為多。因此，施熱於物體溫度即增高，熱離開物體溫度即下降。熱為能量的一種，依據氣體運動論，熱為氣體分子的動能。分子的運動活躍則溫度增高，分子的運動衰減，則溫度降低。所以，加熱於物體，乃加強物體之分子運動的意義。

熱量的單位，在工學上使用仟卡（kcal）。所謂1仟卡，乃標準氣壓的情況下，1kg的純水升高溫度1°C所需要的熱量。

1kcal的1/1000，稱為卡（cal）。1kg的水升高1°C所需要的熱量，依溫度多少有些差異，有15°kcal，平均kcal。國際蒸氣表kcal等之別，普通用15°kcal，意指在標準氣壓的情況下，1kg的純水從14.5°C升至15.5°C所需要的熱量。平均kcal，乃於標準氣壓的情況下，純水1kg從溫度0°C升至100°C所需熱量的1/100。國際蒸氣表kcal，乃相當於1kwh之1/860的熱量。但是，這些的差異極小，在工學上無特別區分的必要。日本計量法，乃規定於溫度指定時，1kg的純水在標準氣壓之下，從較指定溫度低0.5°C上昇至高0.5°C為止所需的熱量稱為1kcal，溫度未指定時，則規定1kcal乃相當於4186.05焦耳的熱量。

英國、美國所使用的熱量單位為B.T.U。1B.T.U係1磅的純水升高1°F所需要的熱量。kcal與B.T.U的關係如下：

$$1\text{kcal} = 3.968\text{B.T.U} \quad 1\text{B.T.U} = 0.252\text{kcal}$$

壓力的單位：所謂標準氣壓乃大氣壓的標準值。普通附上atm的符號表示。

$$\begin{aligned} 1\text{atm} &= 1.0332\text{kg/cm}^2 = 760\text{mmHg} = 10.33\text{mH}_2\text{O} \\ &= 1.0133\text{bar} \end{aligned}$$

4 鍋爐與蒸氣輪機

工學上所使用的壓力單位為 kg / cm^2 ，稱為工學氣壓或氣壓，用 at 的符號表之。

$1\text{at} = 1\text{kg} / \text{cm}^2 = 735.6\text{mmHg} = 10\text{mH}_2\text{O} = 0.9807\text{bar}$
其他諸如水銀柱高度及水柱高度亦常用之。水銀柱高度用 mmHg 或 mHg 表示，水柱高度用 mmH_2O (mmAg) 或 mH_2O (mAg) 表示。

壓力的測定使用壓力表；在壓力表所指示出的壓力稱為表壓力，表壓力乃以大氣壓為基準，以此為 0 表示的壓力。以完全真空為 0 而表示的壓力稱為絕對壓力。因此，絕對壓力與表壓力的關係如下。

$$\text{絕對壓力} = \text{表壓力} + \text{大氣壓力}$$

1.1.3 比 熱

一般施熱於物體，溫度即上昇；但溫度上昇的程度，依所加的熱量、物體的種類、重量、狀態等而異。例如，同一重量的水與鐵施加相等的熱量時，水的溫度上昇僅約鐵的 $1/10$ 程度。於是吾人可知，由物體之種類不同，其溫度升高 1°C 所需要的熱量也就有差異。因此，加熱於物體之際，欲知溫度究能上昇若干，非先知道該物體的比熱不可。所謂比熱，乃單位重量的物體，溫度上昇 1°C 所需要的熱量，其單位為 $\text{kcal} / \text{kg}^\circ\text{C}$ 。

重量 G 的物體加入 dQ 的熱量，溫度上昇 dt 時，如物體的比熱為 C ，則下式成立。

$$dQ = GCdt \quad (1.6)$$

現在，如果物體的比熱 C 一定，則重量 G 的物體之溫度，從 t_1 上昇至 t_2 所需的熱量 Q ，可由下式求之。

$$Q = GC (t_2 - t_1) \quad (1.7)$$

一般物體之比熱為溫度的函數，其值隨溫度的上昇而增大。同