

160608

中央人民政府高等教育部推薦

中等技術學校教材試用本

基本官論

330380

熱工學底理論基礎

上 冊

A. M. ЛИТВИН 著

陳 學 俊 譯



20.3

龍門聯合書局

中央人民政府高等教育部推薦
中等技術學校教材試用本



熱工學底理論基礎

上 冊

A.M. 李 特 文 著

陳 學 俊 譯

龍 門 聯 合 書 局

中央人民政府高等教育部推薦
中等技術學校教材試用本



熱工學底理論基礎

下 冊

A. M. 李特文 著
陳學俊 譯

龍門聯合書局

本書係根據蘇聯動力出版社 (Государственное энергетическое издательство) 出版的李特文 (А. М. Литвин) 所著「熱工學底理論基礎」(Теоретические основы теплотехники) 1950 年第三版譯出的。原書經蘇聯電站部審定為動力中等技術學校教學參考書。同時本書亦可作為高等工業學校的教學參考書，特別是那些熱工方面的課程在教學計劃中佔很重要部分的院系裏。

本書分兩冊出版。上冊為工程熱力學部分的三章。論述工質及其計算、熱力學諸定律及其應用以及水蒸汽。下冊為工程熱力學的第四章，論述熱機的循環，最後四章為傳熱理論部分，論述熱傳導、對流與輻射的三種傳熱方式及熱交換器。

熱工學底理論基礎

上 冊

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

ТЕПЛОТЕХНИКИ

А. М. ЛИТВИН 著

陳 學 俊 譯

★ 版權所有 ★

龍 門 聯 合 書 局 出 版

上海南京東路 61 號 101 室

新華書店華東總分店總經售

上海南京西路一號

啓 智 印 刷 廠 印 刷

自忠路 239 弄 28 號

1954 年 2 月初版

印 0001—5000 冊

定價 9,500

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

本書係根據蘇聯動力出版社(Государственное энергетическое издательство)出版的李特文(А. М. Литвин)所著「熱工學底理論基礎」(Теоретические основы теплотехники)1950年第三版譯出的。原書經蘇聯電站部審定為動力中等技術學校教學參考書。同時本書亦可作為高等工業學校的教學參考書，特別是那些熱工方面的課程在教學計劃中佔很重要部分的院系裏。

本書分兩冊出版。上冊為工程熱力學部分的三章。論述工質及其計算、熱力學諸定律及其應用以及水蒸汽。下冊為工程熱力學的第四章，論述熱機的循環，最後四章為傳熱理論部分，論述熱傳導、對流與輻射的三種傳熱方式及熱交換器。

熱工學底理論基礎

下 冊

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ТЕПЛОТЕХНИКИ

А. М. ЛИТВИН 著

陳 學 俊 譯

★ 版權所有 ★

龍 門 聯 合 書 局 出 版

上海南京東路61號101室

新華書店華東總分店總經售

上海南京西路1號

新 中 央 印 刷 所 印 刷

上海康定路158號

1954年2月初版 印數0001—5000冊

定價 \$8,500

上海市書刊出版業營業許可證出029號

第三版序

本書第三版可作為中等技術學校機械-動力及熱工組的教學參考書。

同時本書亦可作為許多高等工業學校的教學參考書，特別是熱工方面的課程在教學計劃中佔很重要部份的院系。

在許多中等技術學校中，高等數學常與工程熱力學同時攻讀，因此學生的學習高等分析部份比較解釋工程熱力學時所需要的進度稍遲。為了使學生在初學時能夠了解本課程的需要高等數學知識的地方，作者在本書開始部份的幾個場合中，解釋這些地方不運用高等分析的辦法。在運用高等數學來解釋教材的首末部份，均加上一個星號(*)。

當解釋本教程的基本原理時，作者竭力用分子動力理論，這樣比較僅把這些基本原理敘述一下更為明瞭。

在解釋蒸汽動力裝置的循環時，注重它們在應用高參數水蒸汽時的特性。詳細的研究供熱循環，它是蘇聯熱能學主要組成部份之一。

作者對於燃氣輪機循環的研討較以前兩版更為詳盡，因為作者注意到在許多中等技術學校中有詳細研讀的需要。同理在製冷循環及濕空氣方面也有一些補充。在有些中等技術學校中，這些部份研讀時可加以簡略。

所有舊標準的材料均從書中刪去而代之以新的材料。全書均經詳閱並改正，全部例題及習題以及有圖例說明的材料均經校閱，對於一部份的習題給出了答案。

作者感謝特塞爾任斯基全蘇熱工學院教授 Я.М. 魯賓斯泰因在編輯第三版時的幫助，並對本書的審閱者哈爾柯夫斯基機械製造技術學

校教員 C. A. 泰任各及 H. B. 蘇羅夫工程師與沙都爾動力技術學校教員 B. H. 魯達柯夫工程師以及莫斯科動力技術學校教研室諸同志的許多寶貴指示表示謝意。

作 者

中央人民政府高等教育部推薦 中等技術學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國中等技術學校調整後的一項重大工作。在我國中等技術學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的材料，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：‘蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯系實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。’我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地翻譯蘇聯中等技術學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國中等技術學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

目 錄

第三版序

引 言	1
-----------	---

第一篇 工程熱力學

第一章 工質及工質的基本計算

1-1 工質 理想氣體及實際氣體	6
1-2 氣體的主要狀態參數及其量度	9
1-3 理想氣體定律	17
1-4 理想氣體的狀態方程式 阿伏加特羅定律	21
1-5 公斤分子或莫爾	23
1-6 混合氣體	29
1-7 能的量度單位	41
1-8 熱容量(比熱)及熱量	43
1-9 定比熱	44
1-10 變比熱 平均及真實比熱 比熱與溫度的曲線關係	49
1-11 比熱與溫度的直線關係	56
1-12 混合氣體的比熱	60

第二章 熱力學定律及其應用

2-1 基本概念及研究方法	65
2-2 氣體的內能。功	68
2-3 熱力學第一及第二定律	73

2-4	熱力學第一定律的數學式	77
2-5	氣體狀態變化的過程。在定容過程中氣體狀態的變化	78
2-6	理想氣體內能的計算。理想氣體的熱力學第一定律 方程式	79
2-7	在定壓下氣體狀態的變化過程	81
2-8	熱含量(焓)	83
2-9	在等溫下氣體的狀態變化過程	85
2-10	氣體狀態變化的絕熱過程	87
2-11	氣體狀態變化的多變過程	92
2-12	閉口過程。卡諾循環	103
2-13	熵	111
2-14	Ts 圖	116
2-15	在 Ts 圖中的氣體狀態變化過程及卡諾循環	119
2-16	獨立系統的熵	126

第三章 水蒸汽

3-1	蒸汽發生的過程	131
3-2	水蒸汽狀態參數的計算	137
3-3	水蒸汽的 Ts 圖及 is 圖	147
3-4	水蒸汽的狀態變化	152
3-5	氣體與蒸汽的流動	153
3-6	氣體及蒸汽的節流作用	173
3-7	氣體及蒸汽的混合	176
3-8	濕空氣	178

目 錄

下 冊

第一篇 工程熱力學(續)

第四章 熱機的循環

4-1 內燃機的循環.....	189
4-2 壓氣機的功.....	199
4-3 燃氣輪機的循環.....	210
4-4 蒸汽動力裝置的循環.....	218
4-5 蒸汽的再熱循環.....	231
4-6 熱供應(熱化).....	233
4-7 蒸汽動力裝置的回熱循環.....	237
4-8 製冷裝置循環.....	248
4-9 吸收式製冷裝置.....	256

第二篇 傳熱理論

·第五章 熱交換的主要情形。熱傳導

5-1 定義.....	258
5-2 固體中的熱傳導。單層及多層平壁中的熱傳播.....	259

5-3	壁與流體間的交熱	265
5-4	經過平壁的傳熱	266
5-5	經過圓筒形壁的傳熱	269

第六章 接觸的熱交換

6-1	對流的熱傳播及流體流動的特性	280
6-2	交熱係數的計算	286
6-3	經驗公式	290

第七章 輻射熱交換

7-1	輻射的物理定律	311
7-2	輻射熱交換的不同情況	318
7-3	氣體的輻射	325

第八章 熱交換器

8-1	基本定義	331
8-2	熱交換器受熱面積的決定。平均溫度差	336
附錄		1

引 言

蘇聯的國民經濟的迅速發展，需要大量動力來供給各種工業、農業及運輸上的需要以及滿足全體人民日常生活的要求。

在大自然中，能以各種燃料蘊藏的能量，水力、風力及日光等形式儲存着在這些天然資源中，根據經濟上的理由及現代技術上的水平，燃料能——煤、石油、泥炭、油岩等等的被利用較他種為多。流動着的水的能量（所謂白煤）及風力也被利用着作為能的來源。近代技術正從事於發現合理利用太陽輻射能的方法。緊張的科學研究也正致力於新式能——原子能——的利用。

利用天然資源時，人們力圖獲得在各種目的上最便利的一種能。例如燃燒燃料時人們得到熱能。把物體加熱時就是用這種能。

為了使機床、機器、汽車、飛機等運轉起來需有機械能。它是從特殊的機器——原動機——得來，這種原動機把燃料燃燒時所產生的熱能轉變成機械能。

利用流水的能、風力及熱能可以得到機械能及進一步得到電能；而電能在特殊的設備中又可以重新轉變成熱能或機械能。

這些機器及設備的作用是基於不同形式的能——機械能、熱能、電能——可以相互轉換的性質。在這本書中我們僅研究兩種能——機械能及熱能——的相互轉換。

我們來討論一下這兩種能相互轉換的最簡單的幾種情形。

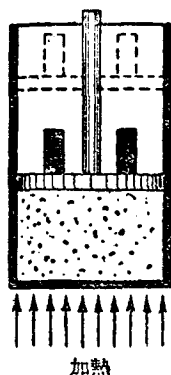
行走着的火車具有能。這是機械能。當用制動閘使火車停止時，機械能即消失。但是使互相壓緊的閘屨與車輪被加熱：這說明了由於消耗了機械能而出現了熱能。

我們來看由熱能轉換成機械能的例子。設在有運動着的活塞的汽

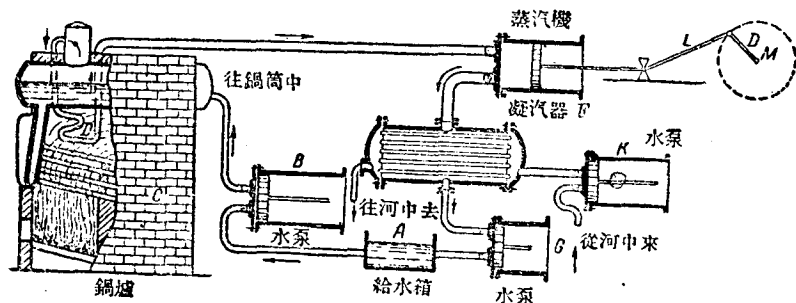
缸中盛有氣體(圖1-1);活塞的運動為加在它上面的負荷所控制。開始對氣體加熱。從物理學上已知,氣體將膨脹並舉起負荷,使負荷的位能增加。在此試驗中,熱能消失了,而取而代之的是負荷機械能的產生。

上面所敘述的獲得機械能的裝置,不能滿足工程上的需要,因為當活塞剛一達到極端位置時能的轉換過程就停止了。為了使裝置能符合它自己的目的,必須使過程可以繼續如我們所要求的一段長時間,即如在熱機中所進行者一樣。熱機有各式各樣的構造,並且它們的工作原理也是不同的。

我們以熱機(蒸汽機)的裝置的工作作為例子來研究。在鍋爐 C (圖1-2)中,水吸收了由燃料燃燒所產生的熱量而轉變成為氣體狀態。所得到的水蒸汽引往蒸汽機的汽缸中,蒸汽在汽缸內膨脹,此時活塞移向右边;在膨脹終了時,蒸汽離開汽缸並進入一特殊的設備——凝汽器 F 中。水在凝汽器的管子裏流動,此水係從河中用泵 K 來供給。水吸取了管外面的蒸汽的熱量,而使蒸汽凝結。所得到的凝結水被泵 G 先送入水箱 A 內,然後再由泵 B 送往鍋爐中。冷却水離開凝汽器再回到河中。蒸汽機的活塞回到起始的位置。於是往汽缸中送入新



第1-1圖 在具有運動活塞的汽缸中當加熱時,熱能變成機械能的轉換



第1-2圖 在蒸汽機裝置中熱能變成機械能的轉換

的蒸汽，而活塞重複它的運動。這一種機器被稱做週期性動作的機器，因為它的工作由重複的週期——或稱為循環——所構成。

活塞的往復運動藉特殊的曲軸-連桿機構之助而轉變成軸 M 的旋轉的運動（圖中 D 表示曲軸， L 表示連桿）。可以用各種方法使這種機械能來帶動機床、機器或用以獲得電能。

另一種式樣及另一種構造的熱機，可以代替蒸汽機，然而都適合於熱能轉換成機械能的一般規律。這種規律對於所有的原動機均屬相同。

研究熱能與機械能互相轉換的科學稱做工程熱力學。

前面我們曾說到在應用一種熱能時，常常需要藉某一種熱的物體以加熱另一種物體。例如需要用流經管外的氣體以加熱在管內流動的水，由於氣體與水間存在有溫度差，熱量將從具有高溫的物體傳到具有低溫的物體。

研究物體間熱交換速度的科學被稱做傳熱學。

在如上所述的某些情形中，人們致力於熱交換速度的增加。也有相反的情形，當致力於減低熱交換的速度時，便要把熱的物體加以絕緣了。

這些問題在傳熱學原理中研究。

工程熱力學及傳熱學組成了熱工科學的理論部份。這門科學的基礎在十八世紀中葉為俄國優秀科學家 $M. B.$ 羅蒙諾索夫院士所建立。在十九世紀中俄國的物理學家們（ $M. \Phi.$ 奧卡托夫， $И. A.$ 魏施內格拉得斯基， $\Phi. \Phi.$ 彼得施夫斯基， $Д. С.$ 塞爾羅夫， $Д. И.$ 曼得列也夫， $A. Г.$ 斯多列托夫， $B. Л.$ 基爾畢切夫⁽¹⁾）繼續 $M. B.$ 羅蒙諾索夫的工作，且由於他們的工作在熱力學及傳熱理論上有了很大的貢獻。然而我們熱工科學得到最大的發展還是在二十世紀的蘇維埃時代。

為了解決熱工的問題，在蘇聯已建立了許多研究院：如科學院的

註(1) 參閱 $C. C.$ 古達傑爾拉茲及 $P. B.$ 祖格爾曼：“十八及十九世紀蘇聯科學家的工作：熱的理論的發展”。

Г. М. 克爾西柴諾夫斯基動力研究院, Ф. Э. 特塞爾任斯基全蘇勞動紅旗勳章熱工研究院, И. И. 波爾索諾夫中央鍋爐透平研究院, 關於熱工應用到工業動力上的問題, 在許多方面的科學研究院均在集中地研究。

在工程熱力學方面, 全蘇熱工研究院已完成了高參數及超高參數水蒸汽性質研究的許多試驗工作, 沒有這些工作的結果是不可能建造蒸汽輪機及鍋爐的。根據對試驗的注意及所得結果的準確, 這些工作的成就已超過國外所進行的類似工作。此外, 據了解, 國外對於水蒸汽在這些區域的狀態到目前為止尚沒有數據。

在熱力學的循環方面(回熱循環, 供熱循環), 蘇聯學者的工作也處在高的理論水平。

在傳熱學原理及水力學方面, 蘇聯的科學家創立了嚴整而精確的相似理論, 作為模型法理論的基礎。藉相似理論之助許多重要的科學問題得以解決, 如在爐膛及管子中的熱交換, 沸騰及凝結時的熱交換以及其他等等問題。模型法理論使我們能合理的設計熱交換器。

在蘇維埃政權時代, 國內的應用力能學乃進行了自己發展的燦爛的路程。雖然俄國的學者及工程師在熱工及電工方面的重要發明是從 И. И. 波爾索諾夫開始, 但它們在工業方面的發展, 在帝俄時代是非常受限制的。這個結論可從在偉大的社會主義十月革命以前, 俄國在電力生產方面是落後國家之一——在全世界佔第十五位, 而在歐洲佔第七位——的事實推斷出來。

由於蘇維埃政府工業政策, 動力為一切工業發展的基礎。現在在電力生產方面, 蘇維埃社會主義共和國佔了歐洲的首位。

蘇聯的熱力工程在社會主義計劃經濟條件下發展, 因此沒有如資本主義經濟特性的矛盾, 向自己獨特的路徑前進着。

在特殊發展中, 蘇聯的熱力工程與資本主義國家的力能學間的區別, 首先是注意本地低級燃料的廣泛利用及供熱的發展, 為合理利用國家能力資源的措施。這兩個發展方向放在蘇聯的科學家及工程師們面前, 並有很多的科學問題在實行俄羅斯國家電氣化計劃 (ГОЭЛРО)

及斯大林五年計劃中得到輝煌的解決。爲了滿足大量動力的消費，已建立了鍋爐渦輪機製造工業，早在戰前已保證我們許多發電站能應用自己的設備，並且製出許多舉世無比的原動機裝置；以數字來說，例如容量爲 10 萬仟瓦的高速汽輪機的及許多供熱用汽輪機，同時創造了巨大的新式結構的蒸汽鍋爐，用以生產高壓及高溫的蒸汽。

已經發展的還有內燃機、運輸用原動機及其他等等的特殊的構造和生產。

實用熱力工程之所以有如此迅速而有成效的發展，只有在全國範圍內大規模的科學研究工作的基礎上才能實現。

這本書的目的，係將以上所談的熱能，它的轉換及傳遞的一般規律，以及熱能在熱機中的利用原理加以研究。