

工程热力学与机器学

(上 册)

上海动力机器制造学校 編譯
工程热力学与机器学学科委员会

上海科学技术出版社

72.5.7
115
51

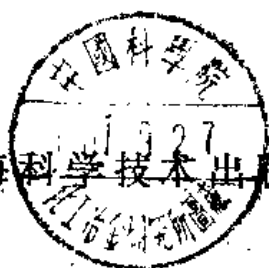
工程热力学与机器学

(上册)

上海动力机器制造学校 編譯
工程热力学与机器学学科委员会

286.3/08

上海科学技术出版社



內 容 提 要

本書根據蘇聯有關專書並結合我國實際教學需要編譯而成，分上下兩冊出版。

本書上冊包括兩篇，第一篇水力学、水泵与水力机械，以及附錄由史淦森編譯，童君昌、樊維秋二人校訂。第二篇工程热力学与傳热理論，由顧景賢、寶宏烈等人編譯。下冊包括六篇，第三篇燃料和鍋爐裝置，第四篇蒸汽机，第五篇汽輪机，第六篇內燃机，第七篇燃气輪机与噴气發動机，第八篇热电站裝置，由茅錦柏、洪敏達二人翻譯，童君昌、樊維秋二人編訂。

本書供中等專業學校“工程热力学与机器学”課程教學參考之用。同時，也可作為高等工業學校非動力專業的有关課程教學參考之用。

簡 裝 本 說 明

本書原以 850×1168 1/32 開本排印，為了節約用紙，暫以 787×1092 1/32 開本印刷，定價相應減少，希鑒諒。

工 程 热 力 学 与 机 器 学

(上 冊)

上海动力机器制造学校 編譯
工程热力学与机器学学科委员会

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业许可证出093号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

上海市印刷五厂印刷

开本 787×1092 1/32 印張 7 22/32 插頁 1 字數 214,000

1961年8月第1版 1961年8月第1次印刷

印数 1—2,050

統一書号：15119·1620

定 价：(九)0.70元

序

“工程熱力學與機器學”係中等專業學校部份專業必修的基礎技術課程。本課程主要內容是說明“熱”與“水”的能量的基本原理，以及一般動力機械——熱機和水力機械——的原理和構造。我國國民經濟的發展，着重於重工業的高度機械化和全國走向電氣化。因此爲了提高“動力機械”的效能，充分利用熱能和水力是重要的一環。而其他各部門中如農業機械，交通運輸也廣泛地使用着動力機械。因此中等技術人員應充分掌握“工程熱力學與機器學”這門知識。

本書主要內容爲熱力學和水力學基礎的理論，並進一步瞭解一般動力機械如水泵，水力機械，鍋爐，蒸汽機，汽輪機，內燃機，燃氣輪機和熱電站的構造原理和工作過程。雖然各篇的單行本如工程熱力學等已出版了幾本蘇聯教材的翻譯本，但綜合的與精簡的尚未見出版，爲了能適合我國的教學水平和全部地吸收蘇聯先進的科學和技術知識，因此本書從多本蘇聯教本中選取簡易的和避免高深數學引證的教材編譯而成。本書各篇在現代都是發展很深入而且成爲獨立的科目，在這條件下全書由任何一人來單獨編譯都是一件不容易的事，因此本書是採取集體合作編譯而成的，分工的情形如下：

第一篇 水力學、水泵與水力機械

史淦森 編譯

第二篇 工程熱力學與傳熱理論

顧景賢等 編譯

第三篇～第八篇 機器學

茅錦柏 洪敏達

童君昌 樓維秋 編譯

在本書開始編譯時，蒙陳之航先生給予寶貴的選材指示。這裏，應該特別感謝郭俊椿、寶宏烈二位先生的幫助，必須指出，本書第二篇工程熱力學與傳熱理論的編譯工作跟他們的勞動是分不開的。編譯燃料與鍋爐裝置一篇時，上海動力機器製造學校鍋爐科科主任龔洪年先生曾對部份技術性問題給予寶貴意見。編寫內燃機一篇時上海動力機

器製造學校柴油機科科主任蔡炳先生和高乃棠先生曾代為解答部份技術性問題。郭文傑先生對翻譯技術上曾給予幫助。集體編譯者對他們致以深切的謝意。惟編譯者學識有限，經驗缺乏，錯誤在所難免；且各篇由各人分別編譯，文體難免不一，集體編譯者更願衷心的感謝初版後對本書提出意見和批評的讀者們。

本書自下列數書取材：

МАШИНОВЕДЕНИЕ

С. П. ВРАЩЕВ; А. Л. ЛЕТНИК; Д. М. ШИФРИН
МАШИНОВЕДЕНИЕ

Е. М. ГУТЬЯР А. Д. МАЛЬГИН
ОБЩАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

С. Я. КОРНИЦКИЙ Я. М. РУБИНШТЕЙН
КУРС ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Н. В. ИНОЗЕМЦЕВ
СУДОВЫЕ СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ

П. П. АКИОВЫЕ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

А. М. ВОРОНОВ
ОСНОВЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

А. М. ЛИТВИН
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

А. М. ЛИТВИН
ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

А. М. ЛИТВИН
СТАЦИОНАРНЫЕ ГАЗОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Н. Ф. КИРАКОВСКИЙ

上海動力機器製造學校

工程熱力學與機器學學科委員會

樓維秋 童君昌

於1955年8月

目 錄

第一篇 水力學、水泵和水力機械

第一章 基本概念	1
1-1 水力學的定義及蘇聯在這方面的成就	1
1-2 液體的物理性質	2
第二章 水靜力學	7
2-1 靜水壓力	7
2-2 水靜力學基本方程式	8
2-3 巴斯加定律	9
2-4 絕對壓力和表壓力	9
2-5 平面壁上的液體壓力	12
2-6 曲面壁上的液體壓力	13
2-7 液體的浮沉	14
第三章 水動力學	16
3-1 基本概念和幾個術語	16
3-2 液流的連續方程式	18
3-3 液體的兩種運動	19
3-4 流束和液流的能量	21
3-5 液流的伯努利方程式	22
3-6 伯努利方程式的實際應用	24
3-7 管道液流	28
3-8 孔口液體洩流	28
3-9 管咀液體洩流	31
第四章 水泵	34

4-1 活塞式水泵的構造和作用原理	31
4-2 活塞式水泵的主要型式和它的理論輸出量	39
4-3 活塞式水泵的實際輸出量	39
4-4 空氣室	40
4-5 水泵消耗的功率和它的效率	41
4-6 活塞式水泵構造實例	42
4-7 離心式水泵的構造及作用原理	43
4-8 離心式水泵與活塞式水泵的比較	45
4-9 螺旋葉式和螺旋式水泵	46
4-10 噴射式、齒輪式與翼板式水泵	46

第五章 水力發動機 48

5-1 水力發動機的工作原理	48
5-2 水輪機的構造	50
5-3 水力發電建築	54

第二篇 工程熱力學與傳熱理論

引言 57

工程熱力學

第一章 工質的基本參數 58

1-1 溫度	59
1-2 壓力	60
1-3 比容	61

第二章 氣體定律 63

2-1 理想氣體	63
2-2 波義耳-馬略特和給-呂薩克的聯合定律	63
2-3 波義耳-馬略特定律	65
2-4 給-呂薩克定律	65
2-5 理想氣體的狀態方程式	66
2-6 阿伏加特羅定律	67
2-7 公斤分子或莫爾	63
6-8 氣體常數	68

第三章 混合氣體 71

3-1 道爾頓定律	72
3-2 混合氣體的重量成份和容積成份	73
3-3 混合氣體的比重和比容	73
3-4 混合氣體的氣體常數	74
3-5 混合氣體的假想分子量	76
3-6 分壓力的計算	77
3-7 重量成份和容積成份間的換算	78
3-8 混合氣體計算用公式簡表	78

第四章 熱力學第一定律 81

4-1 熱力過程、平衡過程和實際過程	81
4-2 可逆過程	83
4-3 v - p 圖	83
4-4 膨脹功和壓縮功	84
4-5 熱量的度量單位	86
4-6 氣體的內能	87
4-7 熱和功的當量原理	87
4-8 熱力學第一定律	88

第五章 氣體的比熱 90

5-1 比熱	90
5-2 重量比熱、容積比熱和莫爾比熱間的關係	91
5-3 定容比熱和定壓比熱	91
5-4 真實比熱和平均比熱	93
5-5 混合氣體的比熱	96
5-6 熱量計算	96

第六章 氣體的熱力過程 100

6-1 定容過程	100
6-2 定壓過程	102
6-3 等溫過程	104
6-4 絕熱過程	106
6-5 多變過程	110
6-6 熱力過程計算用公式簡表	116

第七章 熱力學第二定律 116

7-1 封閉過程或循環	116
-------------	-----

7-2	加諾循環	118
7-3	加諾逆循環	119
7-4	熱力學第二定律	120
7-5	理想氣體的熵	121
7-6	$s-T$ 圖	123
7-7	加諾原理	126
7-8	孤立體系中熵的增加及能之降低	129

第八章 氣體循環 132

8-1	氣體動力循環	132
8-2	內燃機的理想循環	133
8-3	燃料輪機的理想循環	142
8-4	壓氣機的理想過程	146

第九章 水蒸汽 156

9-1	實際氣體	156
9-2	蒸汽形成過程及 $v-p$ 圖	157
9-3	水和水蒸汽的比容	160
9-4	焓	161
9-5	水和水蒸汽的焓與內能	162
9-6	水和水蒸汽的熵	165
9-7	水蒸汽表	167
9-8	水蒸汽的 $s-T$ 圖及 $s-i$ 圖	170
9-9	水蒸汽的熱力過程	173

第十章 蒸汽循環 182

10-1	蒸汽動力循環淺說	182
10-2	加諾循環	182
10-3	郎肯循環	184
10-4	重熱循環	188
10-5	回熱循環	189
10-6	供熱動力循環	191
10-7	二汽循環	192
10-8	製冷循環	193

第十一章 氣體和蒸汽的流動與節流 197

11-1	氣體和蒸汽的流動	198
------	----------	-----

11-2	氣體和蒸汽的節流	202
------	----------------	-----

傳熱理論

第十二章	傳熱理論的基本概念和熱交換器	205
------	----------------------	-----

12-1	傳熱的基本方式	205
------	---------------	-----

12-2	導熱	205
------	----------	-----

12-3	對流熱交換	206
------	-------------	-----

12-4	輻射熱交換	208
------	-------------	-----

12-5	多層壁的傳熱	210
------	--------------	-----

12-6	熱交換器	212
------	------------	-----

附表		217
----	-------	-----

目 錄

第三篇 燃料和鍋爐裝置

第一章 燃料及其性質	237
1-1 燃料的分類	237
1-2 燃料的成份	237
1-3 燃料的熱值	239
1-4 我國各種燃料的特性	240
第二章 燃料的燃燒過程	243
2-1 燃料的燃燒過程	243
2-2 理論空氣需要量	243
2-3 過量空氣係數	244
2-4 氣體燃燒產物的成份	245
2-5 煙氣的分析	245
第三章 鍋爐裝置及其工作	248
3-1 鍋爐裝置的功用和型式	248
3-2 鍋爐裝置的組成部份	248
3-3 鍋爐裝置的基本特性	250
3-4 鍋爐裝置的效率	252
3-5 爐的熱損失和爐的效率	253
3-6 排出煙氣熱損失和鍋爐的熱平衡	254
第四章 蒸汽鍋爐的裝置	257
4-1 最簡單的蒸汽鍋爐的裝置	257
4-2 火管式鍋爐和聯合式鍋爐	267
4-3 大聯箱水管鍋爐和分聯箱水管鍋爐	262
4-4 無聯箱的水管鍋爐	266

05256

4-5	熱流式鍋爐	270
4-6	高壓鍋爐	272

第五章 爐 275

5-1	具有固定燃料層的爐	275
5-2	具有可動燃料層的爐	279
5-3	適用於固體燃料的箱形爐	283
5-4	燃燒液體燃料和氣體燃料的箱形爐	288

第六章 蒸汽過熱器、省煤器、空氣預熱器和鍋爐的輔助設備 290

6-1	蒸汽過熱器	290
6-2	省煤器	291
6-3	空氣預熱器	292
6-4	送風和抽風裝置	293
6-5	蒸汽管路	294
6-6	給水裝置和水處理器	294

第七章 蒸汽鍋爐的運用 297

7-1	蒸汽鍋爐的運用規則	297
7-2	鍋爐裝量工作的技術—經濟指標	298
7-3	提高鍋爐裝置經濟性和蒸汽生產量的方法	299

第四篇 蒸汽機

第一章 蒸汽機的工作過程 301

1-1	蒸汽機的主要部份及其作用原理	301
1-2	蒸汽機的發展簡史	303
1-3	蒸汽機理論的和實際的示功圖	304
1-4	示功器及平均指示壓力	306
1-5	指示功率和有效功率	308
1-6	蒸汽機的損失及減少這些損失的方法	310
1-7	蒸汽機和蒸汽動力裝置的效率	313
1-8	蒸汽機更時蒸汽機的耗汽量	315
1-9	排汽的凝結	316

第二章 蒸汽機的配汽和功率的調整 318

2-1 滑閥式配汽	318
2-2 提閥式配汽	322
2-3 蒸汽機功率的調整	324
第三章 蒸汽機的結構	327
3-1 蒸汽機的分類	327
3-2 蒸汽機實例	327

第五篇 汽輪機

第一章 汽輪機的基本概念與工作過程	334
1-1 汽輪機的發展簡史	334
1-2 衝動式汽輪機	336
1-3 工作轉輪最有利的圓周速度的決定	338
1-4 透平多級式汽輪機	340
1-5 壓力多級式汽輪機	341
1-6 反動式汽輪機	348
1-7 聯合式汽輪機	345
1-8 汽輪機中的損失、效率和汽耗	347
1-9 汽輪機的新造方法	350
第二章 汽輪機的結構	354
2-1 汽輪機的分類	354
2-2 蘇聯汽輪機製造業的發展	356
2-3 我國汽輪機製造業的成長	357
2-4 單級汽輪機	358
2-5 速度多級衝動式汽輪機	359
2-6 聯合式汽輪機及其零件結構	370
2-7 JMS AK-50-2 型 50000 瓩 3000 轉/分汽輪機	363
2-8 汽輪機裝置的凝汽設備	365

第六篇 內燃機

第一章 內燃機的工作過程	367
1-1 內燃機的發展簡史	367

1-3 四衝程發動機的工作過程	363
1-3 二衝程發動機的工作過程	370
1-4 混合劑形成和點燃法	373
1-5 內燃機的指示功率和有效功率	374
1-6 發動機的熱平衡、效率與燃料消耗	376
第二章 內燃機的結構	379
2-1 內燃機的分類	379
2-2 發動機的基本組件	380
2-3 內部混合劑形成式發動機的構造	383
2-4 外部混合劑形成式發動機的構造	390
2-5 內燃機的应用	397

第七篇 燃氣輪機和噴氣式發動機

第一章 燃氣輪機裝置的特徵及其發展簡史	399
第二章 燃氣輪機裝置的主要設備	403
第三章 閉式過程的燃氣輪裝置	409
第四章 噴氣式發動機	411

第八篇 熱電站

1 熱電站的一般概念	413
2 熱電站的熱力裝置系統	415
3 汽輪機電力站的設備	417
4 電力站的技術—經濟工作指標	419
5 蘇聯熱電站的發展	421
6 我國熱電站的成長	423

第一篇

水力學，水泵和水力機械

第一章

基本概念

1-1 水力學的定義及蘇聯在這方面的成就

水力學是一種科學，是研究液體的平衡與運動的規律，並探討這些規律的實際應用的方法。

水力學的一部份叫做水靜力學，是研究液體和全部或部份沉入液體中的固體的平衡問題；另一部份叫做水動力學，是研究液體和全部或部份沉入液體中在外力作用下的固體的運動問題。

水力學的意義非常重大。水力學定律是適用在祖國國民經濟中各個部門，如水力學應用在給水工程，水利工程建設，船舶製造，機械製造和各種工業設備等方面。

俄羅斯在太古時期已經利用過水力：在俄羅斯文獻的很早的碑文裏會遇到像“Мельник”，磨坊主和“Мельница”，磨坊的專門術語，在十三、十四世紀的文件裏常提到水磨字樣。

在十八世紀時，由於彼得一世在舊伏爾加河原處開始建築運河以後就大大地發展了俄羅斯的水力財富的運用，所以他是許多水力設備建設的倡議者。現有的維斯涅沃洛茲水運系統和刺多儒斯基運河系統都是按照他的指示建立的。

K. A. 弗羅洛夫是卓越的俄羅斯建築工作者之一，他在 1763—1765 年間在士米諾高爾斯基礦山（阿爾泰山）上建造了世界上第一座地下水

力機械裝置。

十八世紀時俄羅斯出現了水力學方面的許多著作，這些著作闡明了國內外的經驗。

俄國科學院院士伯努利在 1738 年發表了液體運動的基本定律，這個定律命名為伯努利方程式是水力學基本定律之一；俄國科學院院士達奧納多尤拉* 在 1755 年導出液體的平衡與運動微分方程式，這個方程式是水動力學的基礎。隨後的年月裏卓越的學者 H. E. 儒可夫斯基，H. H. 巴甫洛夫斯基，B. Γ 蘇霍夫等大大地補充並完成了俄國的水力學的知識和其應用。

有系統的研究蘇聯水力資源祇是在 1917 年以後才開始。在蘇維埃政權的年代裏，水力資源的研究就已遠越過了資本主義國家的。

蘇聯水力資源在革命前勘測得 2,000 萬匹馬力(近 1,500 萬千瓦)。

現在蘇聯約有 1500 個巨大河流的水力資源。在這些河流上能建造具有 3 億千瓦功率的水電裝置，年產 27000 億千瓦小時的電能。這些能量遠超過 1950 年度五年計劃所定的全蘇發電站的電能產量的 30 倍，它也超過戰前全世界發電站的電能產量的 5 倍。

按水力資源而言蘇聯是居世界上的第一位；蘇聯幾乎佔有全世界水力貯藏量的 15%，並在這方面大大地超過歐洲全部。

蘇聯僅在偉大的十月社會主義革命以後展開了充份利用巨大水力資源的工作，當時在蘇聯，人民創造力的強烈發展已備具了條件，因而使科學技術的力量能為廣大人民羣衆的生活謀改善。

由於蘇聯五年計劃光輝地完成了許多鉅大規模的水利建築，如白海—波羅的海的斯大林運河，莫斯科運河，大費爾干斯基的斯大林運河，伏爾加河—頓河的列寧運河，德涅泊水力發電站，查水力發電站，法爾哈特斯基水力發電站，明切秋爾水力發電站和其他許多成千個建築在遼闊的蘇聯國家裏的小型水力發電站。今天蘇聯人民在共產黨的領導下在世界上實現了史無前例的水利建設。

1-2 液體的物理性質

* 尤拉在彼得堡科學院工作期間達 50 年。

流動性是液體和氣體的特殊性質。這就是說液體或氣體雖然本身質點間具有極小的內聚力，但縱使很小的外力也能引起它很大的形變。

液體的基本物理性質是密度，比重，壓縮性和粘性。

液體在單位容積內的質量叫做液體的密度 ρ

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1-1)$$

式中 M 是質量

V 是液體的容積

若考慮到質量 M 等於液體重量 G (以公斤計) 與重力加速度 g (以公尺/秒²計) 之比即 $M = \frac{G}{g}$ ，則

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{G}{gV} \text{ 公斤-秒}^2/\text{公尺}^4$$

液體單位容積內的重量叫做比重 γ

$$\gamma = \frac{G}{V} \text{ 公斤/公尺}^3, \quad (1-2)$$

單位重量所佔容積叫做比容 v

$$v = \frac{V}{G} \text{ 公尺}^3/\text{公斤} \quad (1-3)$$

v 和 γ 之間的關係

$$v = \frac{V}{G} = \frac{V}{\gamma V} = \frac{1}{\gamma} \quad (1-4)$$

由於改變壓力或溫度因而改變液體密度的性質，叫做液體的壓縮性。

液體的壓縮性決定於體積壓縮係數。體積壓縮係數是當改變一個大氣壓力*時液體體積的縮小率。

液體的壓縮性很小，與氣體不同。例如 0°C 時的水當壓力增加 1 個大氣壓時，僅縮小原體積的 $\frac{1}{20000}$ 。