

49476

機輪汽蒸

上 冊

陸 振 國 編 譯



大東書局出版

252

書號：5204



定價：貳元壹角

31254

機輪汽蒸

下 冊

陸 振 國 編 譯



大東書局出版

2546

熱工學教範類

書號：5205



定價：貳元

蒸汽汽輪機

(上 冊)

陸 振 國 編 譯

大 東 書 局 出 版

蒸汽汽輪機

(下 冊)

陸 振 國 編 譯

大 東 書 局 出 版

全書共分上下兩冊：上冊分三章，第一章首先概括地敘述了汽輪機中所需的水蒸汽熱力學、各種導葉中蒸汽的流動情形、有損失和沒有損失的汽流、能的變換、衝動式和反動式汽機輪、汽輪機中各種損失及其效率等九節。第二章為汽輪機的類別及其構造、計算程序；衝動式汽輪的計算、反動式汽輪機的計算等共四節。通過上面諸章節，可以明白各種汽輪機的熱力計算過程及方法。第三章包括零件設計與計算的一部分，共分為導葉、動葉和動葉的振動三節。下冊分四、五、六三章。第四章包括第二部分的零件設計與計算，分動輪、轉筒、軸和轉子、接合器、轉子的平衡、封汽裝置、軸承、機壳、底板、油泵和凝汽設備等十一節。各節的理論設計和構造並重，若干章節中還列舉豐富的計算例題以資參考。第五章為蒸汽汽輪機的調節共有七節，對於調節的種類（節流式、汽量式、聯合式）和其裝置、部分載荷與過載荷的調節原理敘述甚詳。而轉數調節器的說明則簡而實用，末附一計算實例，以助讀者易於體會。本章最後一節介紹汽輪機的安全設備。第六章為熱能、電能並用的汽輪機，共分三節：背壓式、微汽式以及利用廢汽的汽輪機三大類，它們的經濟性能、功率、汽量消耗與調節的方法均有頗為詳細的說明。

本書可作為高等學校、中等技術學校的動力專業及專修科的汽輪機教材或參考書；同時，對於電廠以及汽輪機廠中技術人員等，也可作為學習和參考之用。

陸振國編譯

*

1955年5月發排（東南排）·1955年10月上海第一版

1955年10月上海第一版第一次印刷（0001—1500）

書號：5204·30"×42"¹/₂₅·257千字·14¹/₂₅印張·定價二元一角（國產紙）

*

大東書局（上海山東中路201號）出版

上海市書刊出版業營業許可證出○四三號

上海圖書發行公司（上海山東中路128號）總經售

導文印刷廠印刷

前 言

正當我國大規模展開社會主義建設的今天，作為重工業中的先驅部門的動力工業，已成為國家所最迫切需要的一個工業部門了；而汽輪機又是動力工業的基礎，因此發展祖國的汽輪機製造和設計工業已成為刻不容緩的事了。鑒於這種情況，編者就根據了蘇聯的先進經驗以及在教學中的一些體會，彙編而成此書。本書主要闡明汽輪機的原理、零件設計和構造，並重點地介紹熱電兩出式汽輪機的一般必需知識。希望通過本書，能把將我所知道的一些知識有系統地介紹給祖國汽輪機的建設者——專業學生、技術人員和工程師們。同時也使我在這偉大的社會主義建設中能更多地貢獻自己的一分力量。本書的內容，主要係參考下列書籍而編譯：

Zietemann, Berechnung und Konstruktion der Dampfturbinen 1930.

М. И. Яновский, Конструирование и расчет на прочность Деталей паровых турбин 1947.

И. И. Кириллов и С. А. Кантор, теория и конструкции паровых турбин 1947.

Stodola, Dampf- und Gasturbinen 1924.

Schüle, Technische Thermodynamik 1930.

Kraft, Die neuzeitlichen Dampfturbinen 1954.

С. М. Лосев, Паровые Турбины 1954.

Dietzel, Dampfturbinen 1950.

А. Н. Сверчков, Ремонт и наладка паровых турбин 1951.

E. Schmidt, Einführung in die technische Thermodynamik
1944.

由於編者才疏學淺，雖經多次整理，錯誤一定仍然難免，務請讀者隨時批評和指正。

符 號 說 明

d	$\frac{1}{427}$, 大卡/公斤公尺	Kcal/kg, 大卡/公斤	
a	距離, 公分、公厘	k	係數, 不名數
at	氣壓, 公斤/平方公分		面壓力, 公斤/平方公分
ata	絕對氣壓, 公斤/平方公分	L	功率, 公斤公尺/公斤秒
b	寬度, 公厘		長度, 公分
C	離心力, 公斤	l	長度或高度, 公尺、公分、公厘
	常數, 不名數	$\ln$	以 e 為底的自然對數,
c	速度或絕對速度, 公尺/秒	$\lg$	以 10 為底的對數,
D	汽耗量, 公斤/馬力小時	M	質量, 公斤平方秒/公尺
	直徑, 公尺、公分、公厘	M_b	彎曲力矩, 公斤公尺
d	直徑, 公分、公厘	M_t	扭轉力矩, 公斤公尺
E	彈性係數 $= \frac{1}{\alpha}$, 公斤/平方公分	N_e	有效功率, 馬力或瓩
	節省熱量, 大卡/公斤	N_i	內功率, 馬力或瓩
e	2.71828, 不名數	n	轉數, 轉/分
	距離或偏心, 公厘	P	壓力, 公斤/平方公尺
F	面積, 平方公尺或公分		力, 公斤
	彈簧應力, 公斤	PS	馬力, 公斤公尺/秒
f	頻率或振動次數, 次/秒	p	壓力, 公斤/平方公分
	摩擦係數, 不名數	Q	熱量, 大卡
	彈簧壓縮程, 公厘		油耗量, 立升/秒
	面積, 平方公尺或公分	q	線形負荷, 公斤/公分
G	重量, 公斤	R	阻力, 公斤
G_s	單位流量, 公斤/秒	r	半徑, 公尺、公厘
g	重力加速度, 公尺/秒 ²	S	熵, 大卡/度
H	熱降, 大卡/公斤		重心, 不名數
h	熱降, 大卡/公斤	s	間隙或距離, 公厘
	厚度或提升程, 公厘	T	絕對溫度, 度
I	慣性力矩, 公分 ⁴		自由振動的週期, 秒
i	熱焓, 大卡/公斤	t	葉距, 公厘

符 號 說 明

時間, 秒	λ 角速度, 1/秒
u 週速, 公尺/秒	係數, 不名數
v 比容, 立方公尺/公斤	μ 粘度, 公斤秒/平方公分
速度, 公尺/秒	係數, 不名數
W 截面係數(抗阻力矩), 立方公分	γ/g , 公斤平方秒/公尺 ⁴
阻力, 公斤	ν 包愛霜值, 0.3
X 巴生司係數	ξ 位移, 公分
x 蒸汽乾度, 不名數	π 3.1416, 不名數
x_1 速度比, 不名數	ρ 熱降比, 不名數
y 撓度, 公分	σ_{zul} 容許應力, 公斤/平方公分
z 葉片數, 不名數	σ_r 徑向應力, 公斤/平方公分
α 膨脹度 = $\frac{1}{E}$, 平方公分/公斤	σ_t 切綫向應力, 公斤/平方公分
α, β 角度, 度	σ_z 拉引力, 公斤/平方公分
係數, 不名數	τ 狹窄率, 不名數
γ 比重, 公斤/立方公尺	剪應力, 公斤/平方公分
角度, 度	φ 角度, 度
δ 角度, 度	噴管速度係數, 不名數
不平均率, 不名數	x 相對偏心, 不名數
間隙或厚度, 公厘	ψ 動葉速度係數, 不名數
z 進汽率, 不名數	相對間隙, 不名數
延伸度, 不名數	ω 角速度, 1/秒
ζ 係數, 不名數	ϕ_i, ϕ_k 功能, 公斤公分
η 效率, 不名數	ϕ_s, ϕ_v 係數
θ D/l , 不名數	

目 錄

上 冊

前 言

符號說明

第一章 基本原理	1
(1.1) 緒言	1
(1.2) 對於水蒸汽的幾種最重要的關係	1
1. 壓力、溫度和容積 2. 熱量 3. 溫熵圖 4. 水蒸汽的 各種狀態變化 5. 循環過程、功能(功本領)和熱降	
(1.3) 蒸汽在管中的流動	17
1. 在直管中的流動 2. 在彎管中的流動	
(1.4) 蒸汽從噴管的流出	25
1. 不計損失的流動 2. 具有損失的流動 3. 蒸汽從斜切 噴管中流出(導汽設備)	
(1.5) 蒸汽汽輪機內能量的變換和蒸汽的工況	56
1. 蒸汽汽輪機的主要種類 2. 衝動式汽輪機 3. 反動式 汽輪機 4. 徑流式汽輪機	
(1.6) 最適宜的周速抑低方法	82
1. 蒸汽汽輪機的分類 2. 速度級 3. 壓力級	
(1.7) 蒸汽汽輪機的各项損失和各項效率	91
1. 噴管損失 2. 輪葉損失 3. 餘速損失(出口損失) 4. 輪阻損失和通風損失 5. 漏汽損失 6. 機械損失或空 轉損失 7. 由於冷卻和輻射所引起的損失 8. 漏汽損失	

9. 各種損失一覽：功率和效率 10. 性能數值 11. 熱量的重獲(熱量重獲係數)

(1·8) 蒸汽用量和熱量消耗 132

(1·9) 載荷更動時，壓力分佈的變更和蒸汽用量的變動 137

第二章 蒸汽汽輪機的計算 142

(2·1) 構造式樣的選擇 142

(2·2) 計算程序 143

(2·3) 衝動式汽輪機的計算 147

1. 單級汽輪機 2. 多級汽輪機 3. 導汽設備的計算 4. 動葉高度的計算 5. 各種計算舉例

(2·4) 反動式汽輪機的計算 202

1. 熱降的分配和直徑的選擇 2. 輪葉高度的計算 3. 計算舉例

第三章 汽輪機零件設計與計算(一) 227

(3·1) 導葉設備 227

1. 擴張式噴管 2. 導管、導汽道 3. 中間汽封(中間軸腺) 4. 導輪或隔板的材料和其強度

(3·2) 動葉 258

1. 衝動式動葉 2. 反動式導葉和動葉 3. 輪葉的製造 4. 輪葉的固定設備 5. 封口設備 6. 輪葉的密封和加強措施 7. 特種輪葉(扭轉輪葉) 8. 動葉的製造材料 9. 動葉的強度計算

(3·3) 汽輪機輪葉的振動 318

1. 葉片振動的起因和種類 2. 實驗方法 3. 計算舉例

目 錄

下 冊

第四章 汽輪機零件設計與計算(二)	345
(4.1) 動 輪	345
1. 動輪的計算 2. 動輪的構造及其固定裝置	
(4.2) 轉筒或轉鼓	393
1. 計算 2. 轉筒的固定裝置及構造 3. 軸向推力的平衡	
(4.3) 轉軸與轉子	410
1. 轉子草圖的構成 2. 轉軸強度的核算 3. 單輪式轉子	
4. 轉子的自由振動頻率 5. 具有均勻分佈載荷的軸 6.	
一般性的觀察 7. 鄧克萊方法 8. 按雷勒方法決定的臨	
界轉數 9. 安放在二軸承上的轉子 10. 轉軸直徑的近似	
確定 11. 轉軸的構造和材料	
(4.4) 接合器	445
(4.5) 轉子的平衡	448
(4.6) 封汽裝置或軸腺	450
1. 曲折式封汽裝置 2. 炭精式封汽裝置 3. 水封式封汽	
裝置 4. 封汽裝置的蒸汽通路	
(4.7) 軸 承	456
1. 支持軸承 2. 止推軸承	
(4.8) 汽輪機機壳 (汽缸)	480
1. 構造式樣 2. 強度的計算 3. 材料 4. 機壳的構造和	
實例	

(4.9) 底 板	495
(4.10) 油 泵	498
(4.11) 凝汽設備	501
1. 表面凝汽器 2. 真空度 3. 冷却水 4. 冷却水量的增加 5. 冷却面積的增加 6. 舉例 7. 凝汽器的構造實例	
第五章 蒸汽汽輪機的調節	517
(5.1) 調節的種類	517
1. 節流式調節 2. 汽量式調節(噴管調節) 3. 聯合式調節	
(5.2) 調節的裝備	535
1. 直接的調節機構 2. 伺服馬達的調節機構	
(5.3) 調節機構實例	541
1. 節流式調節機構 2. 汽量式調節機構和聯合式調節機構	
(5.4) 過載荷	554
1. 蒸汽加於第一級的過載荷 2. 新鮮蒸汽加於中間級的過載荷	
(5.5) 壓力調節機構	560
(5.6) 轉數調速器	564
(5.7) 安全設備	592
1. 安全調速器 2. 液體緊急停車設備 3. 機械緊急停車設備	
第六章 熱電能兩出式汽輪機	602
(6.1) 背壓式汽輪機	603
1. 經濟性能 2. 背壓式汽輪機的調節 3. 背壓式汽輪機的構造	

(6.2) 撤汽式(抽汽式)汽輪機 616

1. 經濟性能 2. 功率與蒸汽耗用量 3. 撤汽式汽輪機的調節 4. 撤汽式汽輪機實例

(6.3) 利用廢汽的汽輪機 631

1. 純廢汽汽輪機 2. 新鮮蒸汽-廢汽汽輪機(雙壓式或混合式汽輪機) 3. 雙壓式汽輪機的調節

附 錄..... 649

表1.飽和蒸汽自 $+10^{\circ}$ 至 $+50^{\circ}\text{C}$ 表2.過熱蒸汽的熱焓 i'' 表3.過熱蒸汽的比容 v'' 表4.過熱度自 t_s 到 $t^{\circ}\text{C}$ 的平均比熱 C_{pm} 表5.最小截面 $F_{min}=1$ 平方公分的每秒流量 G_s (公斤/秒) 流量=1 公斤/秒所需的最小截面 F_{min} (平方公分) 表6.莫理爾蒸汽圖

第一章 基本原理

(1·1) 緒言

蒸汽汽輪機的計算，是建立在正確的蒸汽過程變化的學識上的。所以蒸汽汽輪機的製造設計，必須在對蒸汽的各種性能，都已詳加研究闡明之後，才能逐步開展。第一座能够安全運轉的汽輪機是在 1883 年由拉伐爾設計製成的。這是一座單級的衝動式汽輪機，其轉速為 30,000 轉/分，用減速齒輪機構降低到每分 3,000 轉。在這座汽輪機上，拉伐爾應用了擴張式噴管，也就是現在稱呼的拉伐爾膨脹管或拉伐爾噴管。嗣後，巴生司製造成第一座反動式汽輪機，其轉速為 17,000 轉/分。旋由於功率大的動力機器需要量的增加，和汽輪機所用的材料問題獲得解決，遂使汽輪機製造工業，從本世紀初期起，得到了很大的發展；並且對於汽輪機效率的提高和操作安全方面，也逐漸予以注意。近年來，功率為 200,000 馬力以上的多汽缸汽輪機的製造，也已獲得成功。在我們這個時代裏，高壓的運用和各種損失的減少，都已有了顯著的進展和成就。

下面所載的各章節中，熱力學的原理是作為已經學習過的。這裏只是很扼要的解說關於汽輪機計算方面所需要的各種有關過程和圖表。

(1·2) 對於水蒸汽的幾種最重要的關係

1. 壓力、溫度和容積

各種狀態之間的變化關係是用實驗來確定的。通常以壓力 P 表示公斤/平方公尺，而以 p 表示公斤/平方公分；溫度則用攝氏溫度計 $t^{\circ}\text{C}$

(1)