

大學叢書

51590

氣輪機及噴氣機之原理與設計

上 冊

E. T. Vincent 著

王洪星 陸孝寬譯



商 務 印 書 館



8137 號註冊證



大學叢書

51593

氣輪機及噴氣機之原理與設計

下 冊

E. T. Vincent 著

王洪星 陸孝寬譯



商 務 印 書 館

0548



8137 號註冊證



書 號	6 8 5 4 6
定 價	¥50,000

大學叢書



氣輪機及噴氣機之原理與設計

上 冊

E. T. Vincent 著
王洪星 陸孝寬 譯

商 務 印 書 館

大學叢書



氣輪機及噴氣機之原理與設計

下 冊

E. T. Vincent 著

王洪星 陸孝寬 譯

商 務 印 書 館

氣輪機及噴氣機之原理與設計內容提要

本書係介紹氣輪機及噴氣式發動機之一般原理及其中若干主要部分之設計步驟。原理方面，由複習熱力學中若干基本定律開始，進而討論氣體之流動，推進機之類型、效率及其裝置。發動機循環另成一章。在設計部分之前，先列舉數種發動機，說明其構造，並將衝動及反作用原理作一概述。設計部分僅限於壓縮器及氣輪二者。有兩章專論固定式氣輪機之性能分析及回熱裝置。此外，燃料系統及耐熱材料亦各佔一章。本書編排適宜，敘述清晰，原理及設計均能顧及，適合於工學院機械系及航空系教學之用及作為工程技術人員之參考。

本書係根據 E. T. Vincent: The Theory and Design of Gas Turbines and Jet Engines 1950 年第一版譯出。

大學叢書

氣輪機及噴氣機之原理與設計

(全二冊)

王洪星 陸孝寬譯

★版權所有★

商務印書館出版

上海河南中路二一號

中國圖書發行公司發行

商務印書館北京廠印刷

*(68546)

1953年6月初版 版面字數 468,000

印數 1—1,500 定價 ¥50.000

譯者序

最近十數年來由於冶金工程之進步，將氣輪機上之耐熱合金問題解決，遂使氣輪機工業得以迅速發展。固定式之氣輪機動力廠固已興起，即在輪船上及火車上亦有採用氣輪機為發動機者；尤其在航空方面，自噴氣式飛機發明以來，迫切需要新型動力，而氣輪機在各方面均能滿足其要求，於是氣輪機在航空方面以絕對優勢取代往復式內燃機之大部份地位。近數年來我國各大學中工學院機械系已有氣輪機課程之設立，而航空系動力組亦已將氣輪機及噴氣式推進定為必修科目。但現今可作為教本之書籍不多，中文者尤其缺乏。E. T. Vincent 所著 The Theory and Design of Gas Turbines and Jet Engines (McGraw Hill Company, 1950) 一書，材料新穎，內容豐富，原理及設計均有論述，且附有習題，在國內缺乏適當之自編中文教本時，可作為大學工學院機械系及航空系教材之用，故特將其譯成中文，以供國內大學及社會人士有志研究此門科學者之需要。惟本書缺點是只介紹了英美等帝國主義國家內氣輪機及噴氣機之發展；工程單位亦悉用英制。根據譯者經驗以一學期每週四小時之講授即可將全書授完，如定為一學期三小時之講授課程，將書中材料按照系別稍加選擇，亦甚適當。著者於其序言中曾言，書中有不少重複之處，譯者對此亦有同感，故於譯本中頗有刪削。原書中對於若干算式之推演手續過繁，譯本中有數處已作適當之精簡。再則原書中錯誤不少，譯本

中亦有多處更正。此外，譯本較原書不同之處計有下列數項：

1. 完全刪除者計有第十五章第 16 節，因其非書中主題。
2. 部份刪除者計有第二章第 13 節後半部，因該段解釋理由欠嚴謹，欲詳細解釋則需篇幅較多，超出本書範圍；第十八章第 16 節後半部亦已刪去，因原書中語焉不詳，可參閱 D.G. Shepherd: An Introduction to The Gas Turbine, 1949。此外，第二章第 7 節、第 8 節等亦稍有刪除。
3. 部份改寫者計有第二章第 1 節及第七章第 10 節。
4. 部份補充者計有第二章第 6 節及第十六章第 7 節。
5. 補充圖解者計有譯本中第 51 圖及第 251b 圖。
6. 譯本中數學式內所用符號比較統一。例如在原書第 II 章中用 ρ 代表氣體之密度，有時以絕對單位計，有時用重量單位計，而在譯本全書中，如為前者則採用 ρ ，如為後者則採用 γ 。原書中有時用 W 表示氣體流量，有時用之表示作功； V 有時表示體積，有時表示速度，今譯本中則凡有關氣體方程式內，均採用 W 表示作功， ω 表示流量； V 表示體積， v 表示速度。

譯本中關於人名及廠牌名暫均用英文稱呼。又 Btu 一詞國人有譯為“英國熱量單位”者，今譯本中譯之為“英”，似較簡捷。

此外，書中尚未發現之錯誤或需要改進之處仍難避免，希望國內人士隨時批評指教。

本書由張能揚同志製圖，由朱心雄、王壽隆、李澤蕃、劉希賢、劉幼伯、呂慧敏、汪京濤等同學鈔寫手稿，附此致謝。

王洪星、陸孝寬

一九五一年八月於北京

著 者 序

本書係作為氣輪機課程教本之用，其中包括氣輪機原理對於若干個別設計問題之應用。大學工學院機械系或航空系四年級學生或研究生於習讀本書之後應有能力解答有關氣輪機之普通設計問題。

目前學術界及工業界對於此一新學科甚為重視，因此專門論文之多如雨後春筍，舉凡原理、設計、操縱等等方面可供吾人研究之材料至為豐富。本書寫作之目的既係在於作為大學教本之用，故不能將所有題材盡數收集，祇能選擇其中少數加以討論，惟本書材料對初學者而言，已足夠用。

著者之處境與若干工程師類似，在從事氣輪機工作以前並無準備，所根據之經驗則不外乎增壓器、氣輪式增壓器與往復式內燃機而已。氣輪機在原理方面，各方已有充分資料發表，但如何應用此項原理以真正解決實際問題則極少文件公佈，蓋各方對於氣輪機之實用數據尚視為秘密資料，此事頗影響氣輪機工業之進步。再則應用空氣動力學以解釋壓縮器問題時，一般習機械工程者對於空氣動力學用語不甚嫻熟。本書寫作之對象原以機械系學生為主，因之對於材料之佈置亦符合此目的，希望本書中處理問題之方法，能使讀者對於氣輪機之一般問題有較好之了解。

在寫作此書時著者亟欲將空氣動力學問題簡單化，以期使一般缺乏空氣動力學基礎之機械系學生亦能了解書中所包括之問題。當

然著者並不希望習機械工程者於學習本課程之後能擔負氣輪機動力廠各階段中所有技術上之責任，但希望彼等能與其他專家合作，研究發展中之全面問題。

本書之材料主要分爲兩部份，一部份爲理論的，可作爲大學四年級之講授課程，一部份爲設計問題，可作爲研究生課程。如認爲必要，可將設計問題中若干綱要於大學四年級時講授之。

著者於預備本書材料時，曾有一問題縈迴腦際。即如將所需要之材料悉數收入，則全書篇幅勢必過分廣充。又讀者於習完本書之後，可能感覺本書中尙有不少重覆之處，如能將其刪去，大可增加其他方面之材料。惟著者認爲對於某一問題作一次集中討論不若將此同一問題於不同地點以不同方式討論之較易加深一般學生之印象。

本書牽涉範圍既廣，且係作者對於氣輪機之首次著作，故錯誤之處恐難完全避免，如讀者於發覺之後不吝賜教俾能隨時更正，實所企幸。

E. T. Vincent

一九四九年十月於密西根大學

上 冊 目 錄

第一章 若干熱力學原理	1
1. 物質系統	1
2. 物質之性質	1
3. 系統之狀態	2
4. 熱力學第一定律	4
5. 等溫運行	4
6. 絕熱運行	5
7. 定壓變遷	6
8. 氣體之穩定流動	8
9. 流體機器之效率	10
10. 焓	12
11. 壓縮過程在 $T-S$ 圖上之表示法	15
12. 等溫壓縮	17
13. 膨脹過程在 $T-S$ 圖上之表示法	18
14. 實際氣體	22
15. 空氣表與氣體表	23
16. 燃燒過程	23
17. 高速氣流中之壓力	29
18. 溫度之測定	33

第二章 氣流之基本原理	40
1. 動量方程式	40
2. 能量方程式	42
3. Mach 數及其與氣體流動之關係	46
4. 激震前後之氣體狀態	51
5. 等熵流動	52
6. 氣體流動時有熱能加入	54
7. 不受外熱而有激震之氣流	62
8. 通過噴嘴之等熵流動	65
9. 氣體膨脹後之速度	68
10. 氣體分子之構造對於動能之影響	71
11. 噴嘴之形狀	72
12. 有摩擦阻力之流動	73
13. 流經噴嘴之質量流量	77
第三章 噴氣式推進機	85
1. 效率	85
2. 推進效率	87
3. 螺旋槳式飛機	90
4. 氣輪噴氣式飛機	92
5. 衝壓噴氣式飛機	92
6. 火箭推進機	93
7. 各種推進機之比較	94
8. 熱效率	95
9. 總效率	96
10. 各式推進機總效率之比較	97

第四章 發動機之循環107

1. 熱力學第二定律107
2. Carnot 循環108
3. Stirling 回熱循環111
4. 回熱器之效率113
5. Ericsson 回熱循環114
6. Joule 循環116
7. Brayton 循環119
8. Brayton 回熱循環119
9. 耗損126
10. 多級等壓循環126
11. 各種開式循環之比較131
12. 閉式循環133
13. 其他循環介質137

第五章 噴氣推進之裝置143

1. 氣輪噴氣式發動機143
2. 氣輪噴氣式發動機所受之力144
3. 理想擴散器148
4. 實際擴散器151
5. 理想壓縮器154
6. 實際壓縮器155
7. 理想燃燒室156
8. 實際燃燒室158
9. 理想氣輪160
10. 實際氣輪161

11. 理想噴氣器	165
12. 實際噴氣器	166
13. 衝壓噴氣式發動機	174
14. 其他噴氣式發動機	178
第六章 氣輪機	182
1. 壓縮器	183
2. 燃燒室	185
3. 氣輪	186
4. 回熱器	187
5. 完全循環	190
第七章 發動機之性能	200
1. 壓力比	200
2. 壓縮器與氣輪之效率	201
3. 燃燒室之耗損	202
4. 回熱法	203
5. 總結果	207
6. 進氣情況	210
7. 飛機發動機	212
8. 氣輪螺旋槳噴氣式	212
9. 氣輪噴氣式	214
10. 無因次參變數	222
第八章 氣輪發動機舉例	233
1. General Electric I-40 噴氣式發動機	233
2. Rolls-Royce "Nene" 噴氣式發動機	240

3. De Havilland "Ghost" 噴氣式發動機	250
4. General Electric T61-100 螺旋槳噴氣式發動機	257
5. Bristol "Tweens" 螺旋槳噴氣式發動機	262
6. Westinghouse J30-WE 型氣輪噴氣式發動機	270
7. Elliott 氣輪機	275
8. Allis-Chalmers 氣輪機	282
 第九章 旋轉式機器之基本原理	 288
1. 旋轉式機器之通用方程式	288
2. 衝動原理	295
3. 反作用原理	300
 第十章 離心式壓縮器	 307
1. 壓縮之方法	307
2. 壓縮原理	308
3. 壓縮器中之耗損	313
4. 絕熱效率	314
5. 壓力係數	317
6. 功率輸入	318
7. 離心式壓縮器之諸種限制	319

下 冊 目 錄

第十一章 離心式壓縮器之設計	331
1. 概述	331
2. 進氣管	335
3. 葉輪入口	335
4. 葉輪直徑	337
5. 速度比率	339
6. 葉輪之型別	340
7. 葉輪出口處之尺度	342
8. 葉輪之通道	346
9. 葉輪與擴散通道間之間隙	351
10. 以導瓣劃分之擴散通道	354
第十二章 軸流式壓縮器	360
1. 普通飛葉原理淺說	362
2. 飛葉理論對於軸流式壓縮器之應用	364
3. 孤立飛葉法	366
4. 有摩擦力之氣流	368
5. 轉子所產生之靜壓增加量	370
6. 葉片耗損	372
7. 昇力係數	378