

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本

航空氣輪機

Г. С. ЖИРИЦКИЙ 著
董紹庸 張惠民譯



高等教育出版社

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本



航 空 氣 輪 機

F. C. 日利茨基著
董紹庸 張惠民譯

高 等 教 育 出 版 社

本書係根據蘇聯國立國防工業出版社 (Государственное издательство оборонной промышленности) 出版的日利茨基 (Г. С. Жиряцкий) 著“航空氣輪機” (Авиационные газовые турбины) 1950 年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等航空學校教科書。

本書係系統化的航空氣輪機教程，內容包括氣輪機裝置的熱力學原理、氣輪機熱力過程（加以各種改良的過程）底敘述及其計算、構造的敘述及氣輪機主要機件的強度底計算、各式氣輪機構造實例概述。

本書可供高等航空學校學生作為教科書之用，亦可供氣輪機設計師們，使用和試驗氣輪發動機的工程師們和技師們作為參考之用。

本書係由董紹庸、張惠民譯出。

航 空 氣 輪 機

書號 20 (總 18)

日 利 茨 基 著
董 紹 庸 張 惠 民 譯
高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 錢 廠 街 一 七 〇 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新 華 書 店 華 東 總 分 店 總 經 售

商 務 印 書 館 印 刷 廠 印 刷

上 海 天 國 電 路 一 九 〇 號

開本 787×109.1/25 印張 20¹²/_{12.5} 字數 417,000

一九五四年六月上海第一版 印數 1—2,500

一九五四年六月上海第一次印刷 定價 ¥ 30.00

中央人民政府高等教育部推薦 高等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，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，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教材，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，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將繼續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

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

序 言

本書係一有關航空氣輪機的理論、計算和構造方面的系統化的課程，可以作為航空學院學生的教本之用。

在本課程中，只談到氣輪機，而並不牽涉到整個氣輪發動機。這是適合於動力工程中的一般習慣的，這種習慣就是將動力裝置的主要組合機件的敘述分成各單獨獨立的課目。本書的內容證實了這種分開敘述的合理性。氣輪發動機的第二種主要組合機件——壓縮機——在著作中也是單獨述著的。整個氣輪機的理論、燃燒室、發動機的附屬機件及其組合應在教學計劃所規定的氣輪發動機原理及構造的課程中加以研究（例如可參看國防工業出版社 1949 年出版的，伊諾仁切也夫（Н.В. Иноземцев）和朱也夫（В. С. Зуев）的“航空氣輪發動機”教本）。

為了說明氣輪機在整個氣輪發動機裝置中的地位和作用，本書敘述了氣輪機裝置的簡圖及其循環，並敘述了循環和循環的主要參數的選擇。

本書特別注意到各式各樣的氣輪機底熱力過程和熱力計算。並述及解析的計算方法和藉助於焓熵圖的計算方法（焓熵圖附在本書之末）。

本書的這一部份在頗大程度上是以汽輪機的理論及其實際資料為基礎。但是，某些問題（例如葉片的構成、葉片冷卻等等）却專為氣輪機而研究的，並且敘述時亦是詳盡到以必須了解氣輪機所發生的過程和氣輪機的設計為度。

氣輪機構造一篇中，有氣輪機各主要機件的構造實例（但可惜並不多），和足夠詳盡的有關氣輪機葉片、轉盤和轉軸等特殊機件的計算，在“機械零件學”課程中，這一些往往是並不涉及的。

本書特別說明了葉片冷卻問題；給出了考慮到溫度應力時的轉盤計算，並且談到考慮轉盤陀螺效果的轉軸計算。

本書內容較實際講授所需材料略多一些。這也是很自然的，因為，一方面，本書內部份材料要作為學生自修參考之用，而另一方面，本書還要作為學生設計氣輪機時之用。（極大部份的強度計算，一般可不必包括在教程之內，只有在設計時才會需要）。

書中還略略涉及某些課題性質的問題（例如，氣體溫度之提高、葉片的水冷卻、等容燃燒循環等等）。這些問題在結構上還沒有得到解決，但卻表明了氣輪機發展的前途，指出了將來專家們的創造發明的途徑。

本書反映出蘇聯學者及專家在氣輪機製造的理論和實踐上所起的主導作用。

外國書籍（指蘇聯以外的各國書籍——譯者註）的內容很少有包含氣輪機理論和計算方面的資料，而廣告性質的東西却多於科學方面的材料。蘇聯科學家們創立了這門技術的最廣泛的和最重要的論著，處理了一系列迫切的有關氣輪機製造方面的問題，鮮明地證實了社會主義技術超越於資本主義技術的優越性。而資本主義的技術只是為賺取利潤的手段和進行軍事侵略的工具而已。

烏代洛夫（В. В. Уваров）教授在航空氣輪機特性方面和葉片構成方面的工作，斯解金（Б. С. Стечкин）教授在氣輪發動機理論和轉軸與轉盤計算方面的工作，揚諾夫斯基（М. И. Яновский）教授在氣輪機熱力過程和轉盤與軸承計算方面的工作，史涅埃（Я. И. Шнеэ）和基里羅夫（И. И. Кириллов）教授在氣輪機循環方面的工作，工程師列文（А. В. Левин）和李伏斯（У. Е. Ривощ）在氣輪機葉片計算方面的工作，工程師佐吉科夫（Г. И. Зотиков）、舍維牙科夫（С. И. Шваков）、庫拉琴（И. И. Кулатин）以及其他很多學者的工作，都給予了本書的編寫以豐富的材料。

喀山航空學院氣輪機教研室的全體同志，在工作中給了極大的幫助，特致以深切的感謝。

功動科學家和技術家克伐斯尼科夫（А. В. Квасников）教授和蘇聯科學院通訊院士斯解金，在校閱本書原稿時，給予了一系列寶貴的指示，特此誌謝。

格·斯·日列茨基

符 號

- A — $\left\{ \begin{array}{l} \text{功的熱當量, 等於 } \frac{1}{427} \text{ 大卡/公斤} \cdot \text{公尺;} \\ \text{各種係數。} \end{array} \right.$
- C — $\left\{ \begin{array}{l} \text{離心力公斤;} \\ \text{各種係數。} \end{array} \right.$
- E —彈性係數, 公斤/公分²。
- G —氣輪機的氣體消耗量, 公斤/秒。
- G_{yt} —流過墊片和間隙的漏氣量, 公斤/秒。
- H —飛行高度, 公尺。
- H_0 —絕熱熱降, 大卡/公斤或大卡/摩爾。
- H_i —在氣輪機內部所利用的熱降, 大卡/公斤或大卡/摩爾。
- H_u —燃料發熱量, 大卡/公斤。
- I — $\left\{ \begin{array}{l} \text{氣體底焰, 大卡/摩爾。} \\ \text{慣性矩, 公分⁴。} \end{array} \right.$
- L_c —氣輪機底有效功, 公斤·公尺/公斤。
- L_i —氣輪機底內功, 公斤·公尺/公斤。
- L_i^{cr} —級的內功, 公斤·公尺/公斤。
- L_k —壓縮機的內功, 公斤·公尺/公斤。
- L_n —氣輪機葉片上(葉圈上)的功, 公斤·公尺/公斤。
- L_0 —1 公斤氣體之絕熱功(理想過程之功), 公斤·公尺。
- L_0^{cr} —級的絕熱功, 公斤·公尺/公斤
- L_{01} —相當於噴嘴內的絕熱熱降的功, 大卡/公斤。
- L_{02} —相當於工作葉片上的絕熱熱降的功, 大卡/公斤。
- L_p —氣輪機的可用功, 公斤·公尺/公斤。
- M —力矩, 公斤·公分。
- M —氣流速度與該地區的音速底比值。
- N_e —氣輪機的有效功率, 馬力。
- N_i —氣輪機的內功率, 馬力。
- N_M —機械阻力的功率, 馬力。
- $N_{T.D}$ —轉盤摩擦和鼓風損失所消耗的功率, 馬力。
- N_u —努謝利特數。
- P —力, 公斤。

P_a —軸向力, 公斤。

P_u —輪緣力, 公斤。

P_r —拍來圖數。

Q — $\begin{cases} \text{熱量;} \\ \text{力, 公斤。} \end{cases}$

R — $\begin{cases} \text{氣體常數, 公斤·公尺/公斤·度;} \\ \text{發動機推力, 公斤;} \\ \text{半徑。} \end{cases}$

R_e —雷諾數。

S —氣體底焓, 大卡/摩爾·度。

T — $\begin{cases} \text{絕對溫度;} \\ \text{振動週期, 秒;} \\ \text{振動時底動能。} \end{cases}$

U — $\begin{cases} \text{氣體內能, 大卡·摩爾;} \\ \text{葉片剖面的周速。} \end{cases}$

V —燃燒室容積, 公尺³。

W —切面係數, 公分²。

Z_B —餘速損失, 公斤·公尺/公斤。

Z_a —工作葉片上的損失, 公斤·公尺/公斤。

Z_M —導向葉片內的損失, 公斤·公尺/公斤。

Z_C —噴嘴內的損失, 公斤·公尺/公斤。

$Z_{T.H}$ —轉盤摩擦及鼓風損失, 公斤·公尺/公斤。

Z_{YT} —漏氣損失, 公斤·公尺/公斤。

M —陀螺力矩。

a — $\begin{cases} \text{音速, 公尺/秒;} \\ \text{傳熱係數, 平方公尺/小時;} \\ \text{各種係數。} \end{cases}$

b — $\begin{cases} \text{葉寬;} \\ \text{各種係數。} \end{cases}$

c — $\begin{cases} \text{氣體速度, 公尺/秒;} \\ \text{各種係數。} \end{cases}$

c_0 —氣體初速, 公尺/秒。

c_1 —氣體流出噴嘴的實際速度, 公尺/秒。

c_{1t} —氣體流出噴嘴的理想速度, 公尺/秒。

- c_2 —氣體流出工作葉片的絕對速度,公尺/秒。
 c_3 —氣體流出反應噴筒的速度,公尺/秒。
 c_K —氣體臨界速度,公尺/秒。
 c_D —定壓比熱,大卡/公斤·度。
 c_v —定容比熱,大卡/公斤·度。
 d —氣輪機轉輪直徑(也是其他機件的直徑)。
 d_e, d_i —屬於氣輪裝置的有效功率或內功率底氣體消耗量,公斤/馬力·小時。
 f —橫切面之積。
 f_1 —噴嘴的出口切面面積,公尺²。
 f_{1a} —垂直於氣輪機軸的噴嘴底出口切面面積,公尺²。
 f_{2a} —垂直於氣輪機軸的葉片底出口切面面積,公尺²。
 f_{min} —漸縮漸擴噴嘴的最小橫切面面積,公尺²。
 g —重力加速度,公尺/秒²或公分/秒²。
 h — $\begin{cases} \text{相當於葉圈上的功底熱降,大卡/公斤;} \\ \text{高度。} \end{cases}$
 h_n —餘速損失,大卡/公斤。
 h_i —所利用的(內部的)熱降,大卡/公斤。
 h_a —在工作葉片上的能量損失,大卡/公斤。
 h_n —在速度級導向葉片內的能量損失,大卡/公斤。
 h_0 —在單級內的可用(絕熱的)熱降,大卡/公斤。
 h_{01} —噴嘴中的絕熱熱降,大卡/公斤。
 h_{02} —葉片上的絕熱熱降,大卡/公斤。
 h_c —噴嘴中的能量損失,大卡/公斤。
 $h_{\text{т.в}}$ —轉盤摩擦及鼓風的能量損失,大卡/公斤。
 $h_{\text{т.л}}$ —漏氣的能量損失,大卡/公斤。
 i_0 —氣體(在氣輪機之前)的初焓,大卡/公斤。
 i_1, i_2 —氣體的實際終焓,大卡/公斤。
 i_{11}, i_{21} —在絕熱膨脹終結時的氣體底焓,大卡/公斤。
 k —熱傳導係數,絕熱指數,各種係數。
 l —軸的長度及其他機件的長度。
 l_1 —噴嘴底高度。
 l_2 —工作葉片底高度。
 l_n —冠的司轉輪的導向葉片底高度。
 $l_{\text{эл.л}}$ —理論上燃燒所必需的空氣量,公斤/公斤燃料。

m — $\left\{ \begin{array}{l} \text{質量;} \\ \text{多變指數;} \\ \text{各種係數。} \end{array} \right.$

n —每分鐘轉數。

P —氣體壓力, 公斤/公尺²或大氣壓。

P_0 —氣輪機之前的氣體壓力, 大氣壓或公斤/公尺²;

P_1 —噴嘴之後的氣體壓力, 大氣壓或公斤/公尺²;

P_2 —工作葉之後的氣體壓力, 大氣壓或公斤/公尺²。

} 在第四章及其以後各章內。

P_c —氣體的臨界壓力, 大氣壓或公斤/公尺²。

q —熱量, 大卡/公斤。

r — $\left\{ \begin{array}{l} \text{氣體的容積部份;} \\ \text{半徑。} \end{array} \right.$

r_1 —空氣的容積部份。

r_g —淨燃燒產物的容積部份。

s — $\left\{ \begin{array}{l} \text{氣體比熱, 大卡/公斤·度;} \\ \text{間隙;} \\ \text{壁厚。} \end{array} \right.$

t — $\left\{ \begin{array}{l} \text{噴嘴及葉片底間距;} \\ \text{溫度, } ^\circ\text{C}; \\ \text{時間, 秒。} \end{array} \right.$

u — $\left\{ \begin{array}{l} \text{輪緣速度, 公尺/秒;} \\ \text{氣體內能, 大卡/公斤;} \\ \text{周邊。} \end{array} \right.$

u_c —飛行速度, 公尺/秒或公里/小時;

v —氣體比容, 公尺³/公斤 (註明對應於壓力 p)

w_1 —氣體進入工作葉片的相對速度, 公尺/秒。

w_2 —氣體流出工作葉片的相對速度, 公尺/秒。

w_{2t} —氣體流出工作葉片底理想的相對速度, 公尺/秒。

x — $\left\{ \begin{array}{l} \frac{u}{c_1} \text{ 比;} \\ \text{轉盤半徑} \end{array} \right.$

y — $\left\{ \begin{array}{l} \text{轉盤厚度;} \\ \frac{w_2}{c_1} \text{ 比;} \\ \text{銳度。} \end{array} \right.$

z —噴嘴、工作葉、級的數目。

α — $\begin{cases} \text{氣體絕對速度的傾斜角;} \\ \text{線膨脹係數;} \\ \text{重熱係數。} \end{cases}$

α_1 —噴嘴軸與輪緣速度 u 的夾角；

α_2 —氣體流出工作葉片的絕對速度與輪緣速度 u 的夾角。

α_n —由噴嘴壁傳向冷卻用空氣的散熱係數，大卡/公尺²·小時·度。

α_r —由氣體傳向葉壁的散熱係數，大卡/公尺²·小時·度。

β — $\begin{cases} \text{氣體相對速度與輪緣速度 } u \text{ 的夾角;} \\ \text{數字的係數。} \end{cases}$

β_1 —氣體進入工作葉片的相對速度與輪緣速度的夾角。

β_2 —氣體流出工作葉片的相對速度與輪緣速度的夾角。

γ — $\begin{cases} \text{氣體比重, 公斤/公尺}^3; \\ \text{各種角值。} \end{cases}$

δ — $\begin{cases} \text{間隙;} \\ \text{衝角;} \\ \text{各種係數。} \end{cases}$

ε — $\begin{cases} \text{相對伸長;} \\ \text{部份進氣度,} \\ \text{各種係數。} \end{cases}$

ε_r —相對的向伸長。

ε_t —相對的切線方向的伸長。

θ —轉子直徑與葉片高度之比值。

ζ —在噴嘴內的能量損失係數。

η — $\begin{cases} \text{效率;} \\ \text{動黏性, 公斤·秒/公尺}^2。 \end{cases}$

η_r —燃燒室效率。

η_c —氣輪機裝置的有效效率。

η_K —壓縮機效率。

η_M —機械效率。

$\eta_{0.2}$ —氣輪機的相對有效效率。

$\eta_{0.1}$ —氣輪機的相對內效率。

$\eta_{0.1}$ —氣輪機葉圈上的效率。

$\eta_{\text{пол}}$ —飛行效率。

λ — $\left\{ \begin{array}{l} \text{壓力比;} \\ \text{圓周振動頻率;} \\ \text{導熱性。} \end{array} \right.$

μ — $\left\{ \begin{array}{l} \text{分子量;} \\ \text{速能利用係數。} \end{array} \right.$

ν — $\left\{ \begin{array}{l} \text{動黏性, 公尺}^2/\text{秒}; \\ \text{壓力比;} \\ \text{振動頻率, 週期/秒;} \\ \text{泊桑係數。} \end{array} \right.$

ν_K —氣體的臨界壓力比。

ρ —反應度。

σ — $\left\{ \begin{array}{l} \text{回熱度;} \\ \text{材料內的應力。} \end{array} \right.$

τ — $\left\{ \begin{array}{l} \text{溫度差;} \\ \text{切線應力。} \end{array} \right.$

ξ — $\left\{ \begin{array}{l} \text{工作葉片上的能量損失係數;} \\ \text{徑向伸長。} \end{array} \right.$

ξ_n —冠的司轉輪的導向葉片上底能量損失係數。

φ — $\left\{ \begin{array}{l} \text{噴嘴的速度係數;} \\ \text{各種角值。} \end{array} \right.$

ψ —工作葉片的速度係數。

ψ_n —導向葉片的速度係數。

ω — $\left\{ \begin{array}{l} \text{迴轉角速;} \\ \text{氣流偏差角。} \end{array} \right.$

Ω —飛機的角速度。

H —位能。

Θ_n —極點慣性矩, 公斤·公分·秒²

Θ_0 —赤道慣性矩, 公斤·公分·秒²

目 錄

序言	
符號	1
概論	1
第一編 氣輪機熱力學及其熱力計算	6
第一章 氣輪機概念	6
§ 1 單級氣輪機	6
§ 2 速度級及壓力級的氣輪機	14
第二章 氣輪機裝置	20
§ 3 在航空發動機廢氣下工作的氣輪機	20
§ 4 等壓燃燒式氣輪機裝置	23
§ 5 氣輪噴氣式發動機和氣輪螺旋式發動機	26
§ 6 等容燃燒式氣輪機裝置	29
§ 7 密閉循環式氣輪機裝置	32
§ 8 氣輪機製造的現況及其發展	36
第三章 氣輪機裝置的熱力過程及其參數的選擇	57
§ 9 氣體的 IS 圖	57
1. 等溫線	57
2. 等壓線	58
3. 等容線	60
§ 10 等壓燃燒式氣輪機的可用功	67
§ 11 等容燃燒式氣輪機的可用功	71
§ 12 氣輪螺旋式發動機的熱力過程、效率及空氣消耗率	73
§ 13 氣輪噴氣式發動機的熱力過程及其效率	87
§ 14 冷卻損失	93
§ 15 發動機型式及其參數的選擇	95
第四章 氣輪機噴嘴和氣體的流動原理	97
§ 16 噴嘴中氣體膨脹的絕熱過程	97
§ 17 噴嘴剖面的選擇隨壓力比 $\frac{P_1}{P_0}$ 而變的關係	102

§ 18	氣體的實際流出過程	106
§ 19	在噴嘴斜切口內的氣體膨脹	115
§ 20	不同於計算情況的噴嘴中的氣體膨脹	124
1.	漸縮噴嘴	124
2.	超音速流動和漸縮漸擴噴嘴	128
§ 21	流過氣輪機葉槽時的氣動力學現象	135
1.	葉型和葉槽的特性	136
2.	葉型週圍的壓力分佈	137
3.	邊界層和摩擦損失	140
4.	端面損失	143
5.	葉槽出口處的氣流平均方向	144
6.	作用於葉槽的力及葉槽效率	146
§ 22	在噴嘴葉槽內的損失和葉槽構成的基本法則	149
1.	Re 和 M 值的影響	149
2.	葉槽的大小和葉型形狀的影響	150
3.	速度係數 φ 的選擇	153
4.	在非計算狀態下的噴嘴速度係數的變化	154
§ 23	噴嘴和噴嘴環的計算和構成	155
1.	噴嘴的計算	155
2.	噴嘴環(圓份)的計算	159
3.	漸縮漸擴噴嘴的計算例題	161
4.	噴嘴環的計算舉例	162
§ 24	噴嘴的冷却	164
第五章 氣體在工作葉片上的功		171
§ 25	在工作葉片上的能量轉換	171
§ 26	在工作葉片上產生損失的緣因及其實驗結果	176
1.	氣體的吸入	177
2.	氣體的進入葉槽	177
3.	在葉片槽道中所發生的現象	179
4.	出口處氣流方向和邊緣損失	181
5.	葉片間距	181
6.	影響葉片損失的參數以及係數 ψ 的選擇	183
§ 27	氣體在工作葉片上的功	184
1.	軸向式氣輪機	184

2. 徑向式氣輪機	187
3. 轉盤以不同方向迴轉的氣輪機	189
§ 28 工作葉片高度的計算、葉型的構成及葉間距的選擇	190
1. 葉片高度	190
2. 葉型的構成	192
3. 葉間距	195
§ 29 長葉片的熱力計算及其構成	198
§ 30 工作葉片的冷卻	210
第六章 級效率及其計算	213
§ 31 氣輪機內的損失	213
§ 32 餘速損失	214
§ 33 鼓風損失和轉盤在氣體內的摩擦損失	215
§ 34 漏氣損失	218
§ 35 氣輪機(級)效率的定義	226
§ 36 單級葉圈上的輸出係數(輪緣效率)	231
1. 流出速度不加以利用的衝動級	232
2. 具有任何反應度的和利用流出速度的級	233
3. 具有反應度 $\rho=0.5$ 的反應級	236
4. 徑向級	237
5. 關於效率 η_{0H} 的實驗資料	238
6. 流出速度在噴氣式發動機的噴筒內底利用	240
§ 37 速度級氣輪機的輪緣效率	241
§ 38 相對內效率和 $\frac{u}{c_1}$ 值的選擇	248
1. 衝動級	248
2. 反應級	250
3. $\frac{u}{c_1}$ 值的選擇	251
§ 39 單級氣輪機的計算	251
§ 40 單級氣輪機計算舉例	262
§ 41 氣輪機的軸向力	268
第七章 多級氣輪機的熱力過程及其計算	272
§ 42 多級氣輪機	272
§ 43 多級氣輪機的熱力過程	274
§ 44 再熱係數	277

§ 45 氣輪機級數之選定以及各級間熱降之分配	281
§ 46 氣輪機的計算程序	288
§ 47 多級氣輪機計算實例	299
1. 級數及基本參數之選擇	300
2. 級的詳細計算	302

第八章 運轉情況變化時氣輪機的熱力過程

§ 48 氣輪發動機特性及氣輪機參數之典型變化	309
1. 初壓 P_0 的變化	313
2. 初溫 T_0 的變化	314
3. 末壓 P_2 的變化	315
4. 轉數 n 之變化	316
§ 49 反應度及氣輪機效率之變化	316
§ 50 氣體參數與流經氣輪機(級)的氣體消耗量之關係	319
§ 51 過程中參數變化時的級的計算	325
1. A. H. 普里別教授的方法	325
2. 基於氣體在輪級終點的狀態底計算方法	330
3. 超臨界速度的輪級計算	333
§ 52 熱力過程參數變化時多級氣輪機之計算	335
§ 53 轉數變化時氣輪機的扭轉力矩及功率	342

第二編 氣輪機構造及其強度計算

第九章 氣輪機流程部份之機件

§ 54 氣輪機的噴嘴(導向葉片)	347
§ 55 工作葉片的構造	355
§ 56 葉片的水冷法	363
§ 57 工作葉片的強度計算	365
1. 葉片拉伸應力的計算	366
2. 葉片重量和重心位置的決定	368
3. 葉片彎曲應力的計算	369
4. 輪箍之計算	374
5. 葉根的計算	376
§ 58 葉片之振動	379
§ 59 葉片溫度的決定	389
1. 熱量傳到轉盤去的葉片冷卻法	389

2. 用空氣冷卻空心葉片和熱的傳至轉盤	394
§ 60 工作葉片的材料以及容許應力的選擇	398
第十章 氣輪機轉子的轉筒及轉盤	405
§ 61 鼓形轉子	405
§ 62 轉盤、轉盤計算的一般公式	407
§ 63 厚度不變之轉盤	410
§ 64 強度均勻的轉盤(無溫度應力)	412
§ 65 根據 B.C. 斯解金教授的方法, 沒有中心軸孔但考慮溫度應力時的轉盤之剖面形成法	416
1. 轉盤內的應力	416
2. 轉盤剖面	419
3. 輪邊上的應力及其與轉盤應力之關係	420
4. 轉盤的計算程序	424
§ 66 任何剖面轉盤的校核計算	424
1. 動應力計算	425
2. 溫度應力的決定	431
§ 67 轉盤和軸的連接	433
§ 68 轉盤的振動	436
§ 69 轉盤材料及其容許應力的選擇	439
第十一章 氣輪機軸	442
§ 70 軸的臨界轉數	442
§ 71 轉軸強度的計算	447
§ 72 單轉盤(在軸承之間)的轉軸臨界轉數之求法	449
§ 73 多級氣輪機的轉軸計算	449
§ 74 轉盤陀螺力矩對於臨界轉數之影響	453
§ 75 計入轉盤陀螺效果的轉軸計算	457
1. 在兩支座上的外伸式轉軸	457
2. 放在兩支座上中間帶有轉盤的轉軸	460
3. 轉軸質量的考慮	462
4. 慣性矩的求法	463
5. 計算示例	464
第十二章 航空氣輪機之構造	467
§ 76 增壓用的氣輪壓縮機之氣輪機	467