

科學圖書大庫

噴射發動機

譯者 陶遵極

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

噴射發動機

譯者 陶遵極

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年七月一日初版

噴射發動機

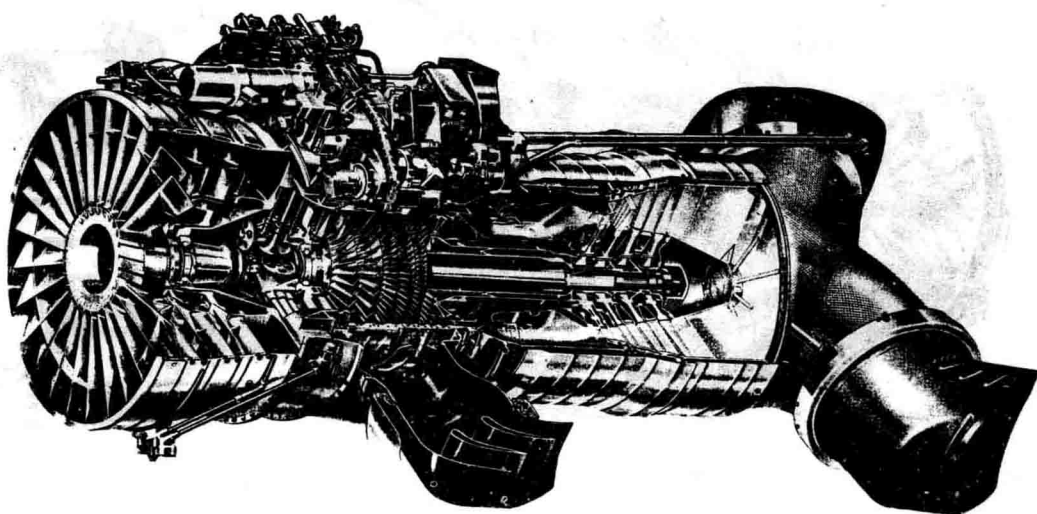
基本定價 5.00 ^{4.60}

譯者 陶遵極 省立高雄工業專科學校副教授

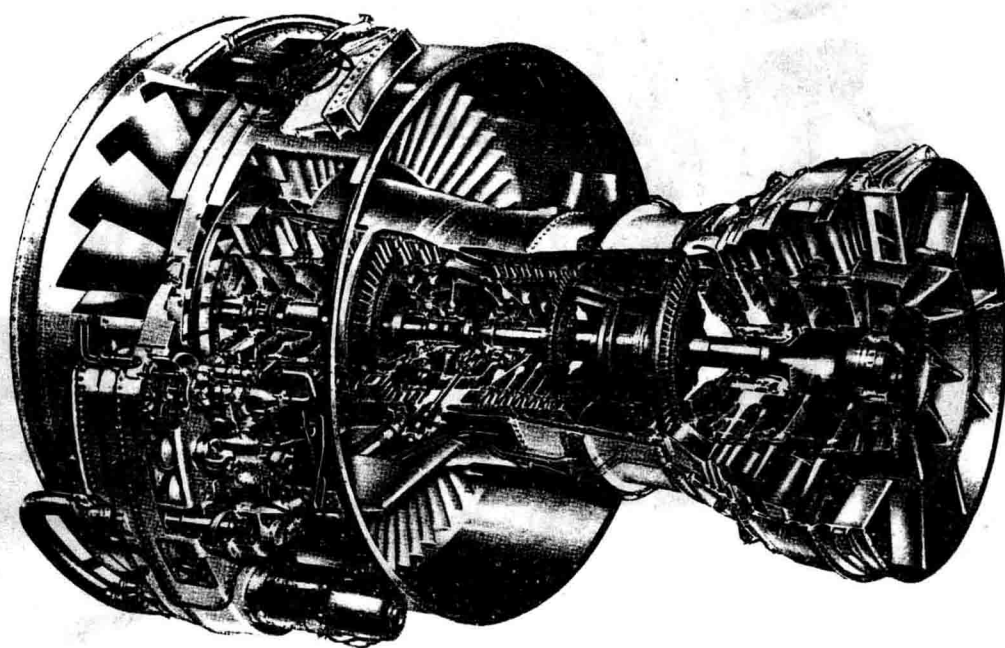
本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

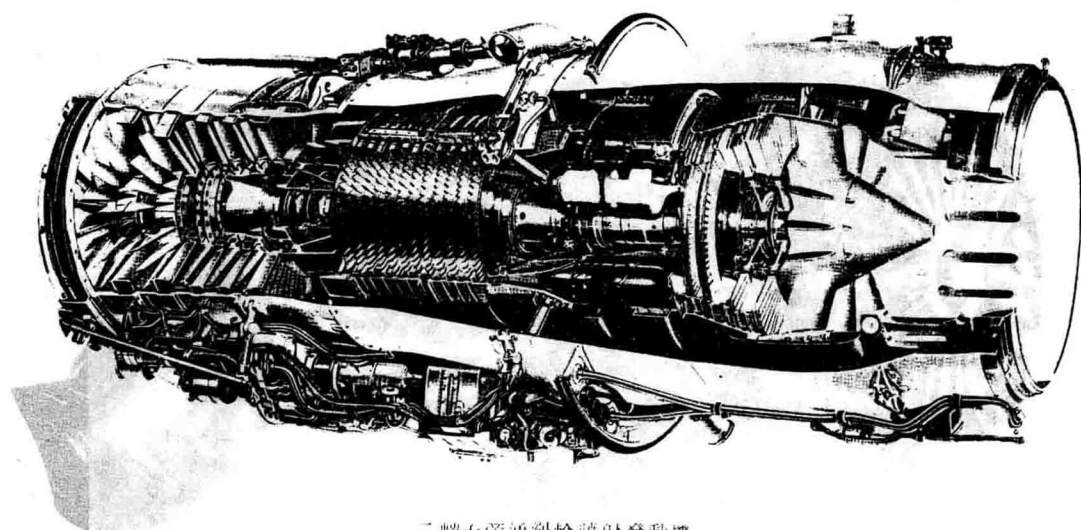
出版者 財團法人臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 財團法人臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 大原彩色印製企業有限公司 台北市西園路2段396巷19號
電話：3611986・3813998



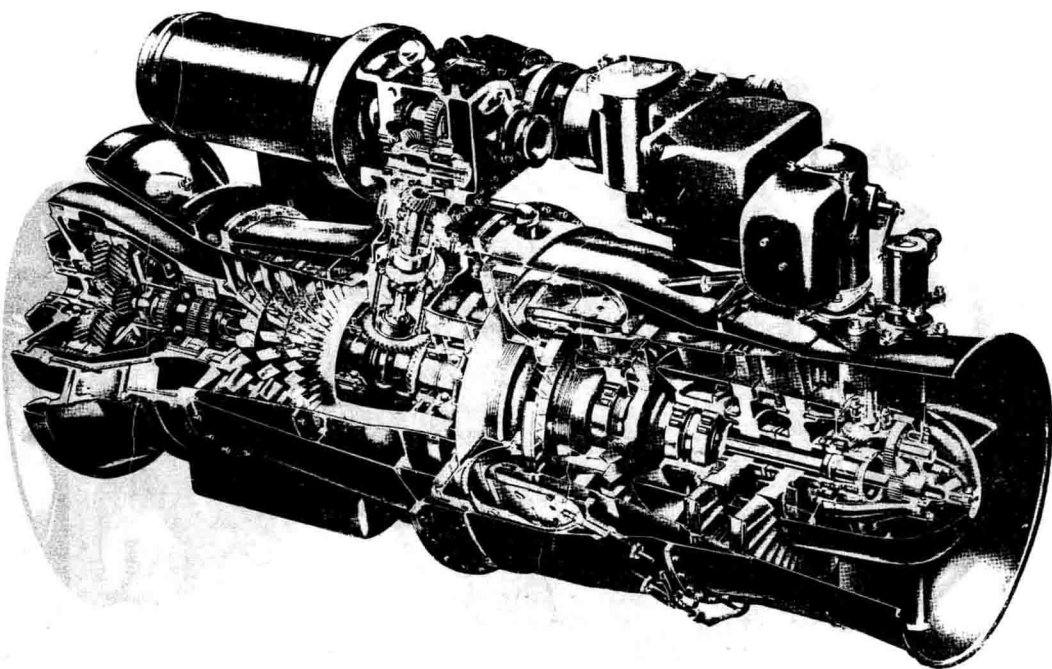
具有推力偏向器的二轉子渦輪扇發動機



三轉子前置扇渦輪噴射發動機



二轉子旁通渦輪噴射發動機



具有自由動力渦輪的二轉子渦輪軸發動機

原序

寫作本書，供給渦輪噴射發動機的作用及基本原理的簡單及完備的描述。

避免複雜公式的使用及專家的語言，準備基本事實的清晰及簡明的介紹。所以僅包括對發動機的功能及理論必須要瞭解的描述及公式。

本書的重點是渦輪噴射發動機，並無特別部分討論螺旋槳渦輪發動機。這是因為二種發動機的作用原理基本是相同的。然而，本書描述功能及應用上不同處。

1969年第三版

1976年校訂再版

噴射發動機正繼續發展，對各新飛機的生產供給改良的性能。本書第三版對在出版時期建造中飛機用生產介紹進步技術的發動機，並介紹偵測情況及修理情況的原理。

譯者序

本書係根據 ROLLS · ROYCE (1976) LIMITED The JET ENGINE 第三版翻譯而成。全書共分二十三章。噴射發動機的原理，工作循環，壓縮器，燃燒室，渦輪，排氣系，消聲器，推力反推器，後燃器，燃油系，水注射，潤滑系，空氣冷卻及氣封，起動及點火系，防水系，防火系，儀表，維護，垂直起飛及落地，推力分佈，性能，無不詳細闡述。不用複雜的數學式，圖說豐富簡明，實為初學噴射發動機之佳作。

本書可作專科學校的教本，大學航空系及飛機修護人員的參考書。惟以書成倉促，簡陋錯誤之處，定然難免，尚祈海內外先進賢達指正，實為感激。

陶遵極 謹序

中華民國六十七年八月二十日於高雄工專

目 錄

原 序	
譯者序	
第一章 基本機械知識	1
第二章 工作循環及空氣流	11
第三章 壓縮器	18
第四章 燃燒室	34
第五章 渦 輪	45
第六章 排氣系	57
第七章 消聲器	64
第八章 推力反推器	70
第九章 後燃器	77
第十章 燃油系	88
第十一章 水注射	117
第十二章 潤滑系	122
第十三章 空氣冷卻及氣封	133
第十四章 起動及點火	140
第十五章 防冰	153
第十六章 防火	157
第十七章 操縱及儀表使用	161
第十八章 動力廠裝置	175
第十九章 製造及大翻修／修理	185
第二十章 維護	214
第二十一章 垂直／短距離起飛落地	227
第二十二章 推力分佈	238
第二十三章 性能	249

第一章 基本機械知識

目 錄

概述.....	1
噴射推進的原理.....	3
噴射推進的方法.....	4

概述

1. 氣渦輪發動機 (gas turbine engine) 如飛機動力廠的發展是那樣快，僅在三十年前很少數人聽說飛機推進的方法是難以重視。可能用反作用噴射使飛機設計師在很長時期感興趣，但早期飛機的低速，且活塞發動機不適宜產生大的空氣流需要，對噴射 (jet) 給予很多障礙。
2. 法國工程師雷尼羅凌 (René Lorin) 在一九一三年專利噴射推進發動機 (圖 1 - 1)，但此為熱力管 (athodyd) (第 11 節)，並在當時不能製造或使用，今日的現代衝壓噴射與羅凌的觀念相似。

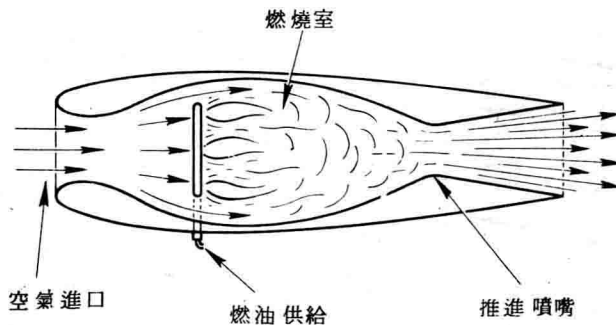


圖 1-1 羅凌噴射發動機

噴射發動機

3. 在一九三〇年，承認法蘭克·惠特勒 (Frank Whittle) 用氣渦輪產生推進噴射的第一次專利，但在其發動機完成第一次試飛之前已是十一年。惠特勒發動機奠定現代氣渦輪發動機的基礎，並從此發展成羅列·羅伊斯威蘭，德溫特，奈尼及達特發動機 (Rolls Royce Welland, Derwent, Nene and Dart engine)。德溫特及奈尼渦輪噴射發動機 (turbo-jet engine) 廣泛應用於世界軍用飛機上；達特渦輪螺旋槳發動機 (turbo-propeller engine) 裝於維克斯子爵型 (Vickers Viscount) 飛機上，已成世界上著名的發動機。雖然其他飛機裝置後來的發動機，如雙轉子，三轉子，旁通及導氣扇葉，此為惠特勒早期發動機的不可避免的發展。
4. 噴射發動機 (jet engine) (圖 1-2) 雖與活塞發動機與螺旋槳的組合不同，運用相同的基本原理產生推進作用。如圖 1-3 所示，兩者均由於將大量空氣推向後方，推動飛機前進。

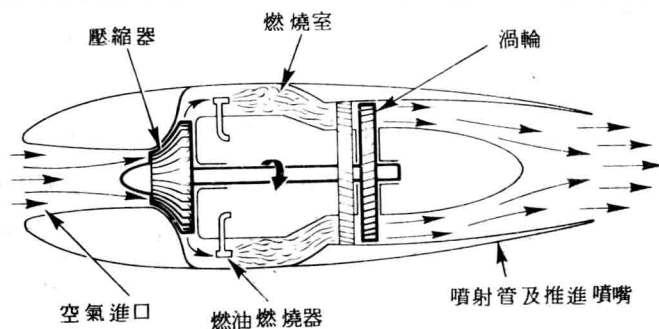


圖 1-2 惠特勒型渦輪噴射發動機

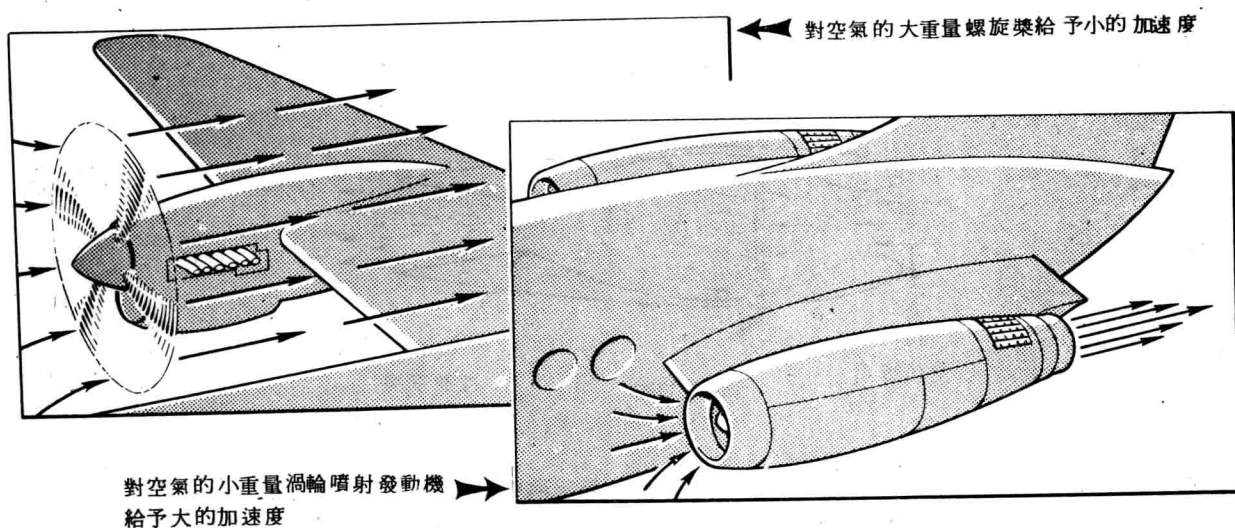


圖 1-3 螺旋槳及噴射推進

5. 雖然今日噴射推進普通與氣渦輪發動機相連繫，尚有其他型別的噴射推進發動機，如衝壓噴射，脈動噴射，火箭，渦輪／衝壓噴射，及渦輪火箭。

噴射推進的原理 PRINCIPLES OF JET PROPULSION

6. 噴射推進是牛頓第三運動定律 (Sir Isaac Newton's third law of motion) 的實際應用，該定律陳述：作用在物體上的力，必生反作用力，其大小相等，方向相反。飛機的推力，物體是大氣空氣，當其通過發動機時，使其加速。使空氣加速的力，作用在產生加速裝置的相反方向有相等的效果。噴射發動機產生推力與螺旋槳發動機相似，但螺旋槳對大量空氣，給小量加速度，噴射發動機對少量空氣給大量加速度 (圖 1-3)。
7. 反作用的原理發生在各種運動形勢，且常被應用在很多方法上，但噴射反作用的最早實例為希羅 (Hero) 噴氣球 (圖 1-4)，在紀元前一二〇年作玩具用。此種玩具顯示如何從數噴嘴噴出的蒸汽動量分給噴嘴本身相等及相反的反作用，使噴氣球旋轉。

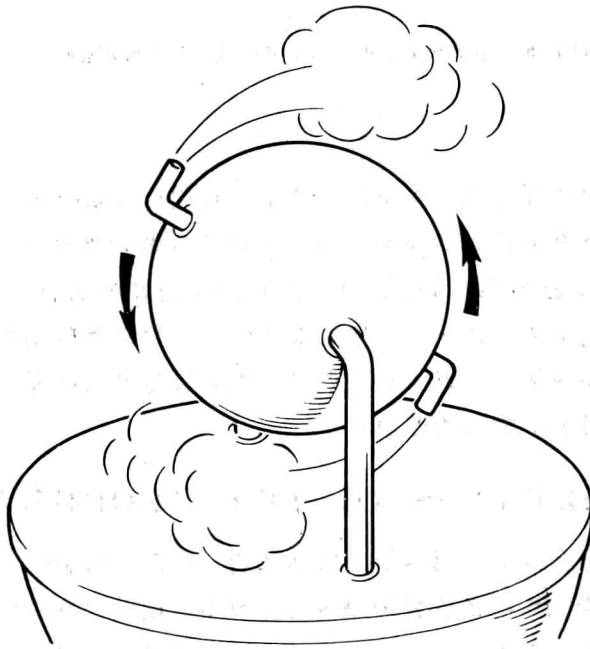


圖 1-4 希羅噴氣球——可能是噴射反作用的最早形成

8. 旋轉花園灑水器（圖 1-5）是該原理更常見的實例，憑藉著水噴射的反作用，使此機構旋轉。現代消防設備的高壓噴射是常用的噴射反作用的實例，由於水噴射的反作用，一救火員不能握持或控制水管。或許狂歡節的氣球可供給該原理的簡單說明，當空氣或氣體放出時，在噴射的反方向急速衝走氣球。

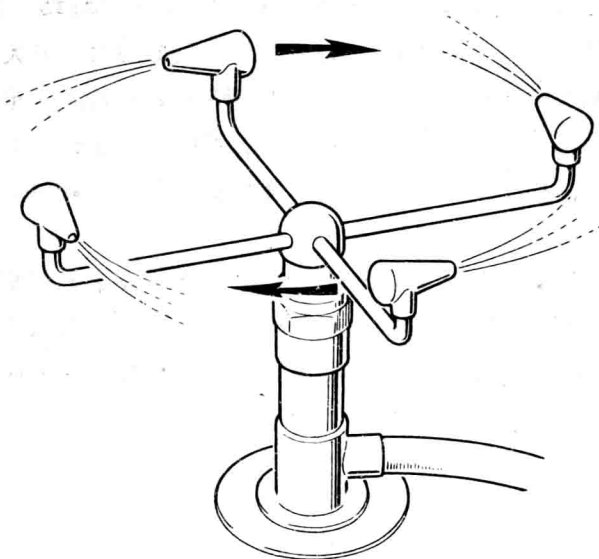


Fig 圖 1-5 由於水噴射的反作用使花園中的灑水器旋轉

9. 噴射反作用明確的是內部現象，並不是如時常假設從在大氣中的，噴射的壓力結果。事實上，不論是火箭，熱氣管還是渦輪噴射，噴射推進發動機是一件裝置，設計加速大量空氣流並在特別的高速排出。自然有做此種工作的許多方法，如第二章所述，但在各例中，作用在發動機上的合成反作用或推力比例於發動機排出的空氣的質量或重量及分給空氣的速度改變。換句話說，給予空氣的大量質量小量的額外速度或空氣的少量質量大量的額外速度可供給相同的推力。

噴射推進的方法 METHODS OF JET PROPULSION

10. 噴射發動機的类型，不論是衝壓噴射，脈動噴射，火箭，氣渦輪，渦輪/衝壓噴射，還是渦輪火箭，僅是在推力供給器或發動機供給並轉變能量成飛行的動力的方法不同。
11. 衝壓噴射發動機（ram jet engine）（圖 1-6）為熱力管（athdyd）或空氣熱動力導管（aero-thermodynamic-duct）。其中無旋轉部份，包括漸擴進口（divergent entry）及漸縮（Convergent）或漸縮—漸擴出口（Convergeat-divergent exit）

的導管。藉外面動力使其前進運動時，空氣藉衝力衝入空氣進口，經過漸擴導管損失速度或動能，而增加其壓力能量。燃油燃燒增加總能量，氣體膨脹，經過出口導管加速到大氣中。衝壓噴射常用作火箭 (missile) 及靶機 (target vehicle) 之動力，但在推力產生前需另加動力使其前進運動，故不適用於作飛機之動力。

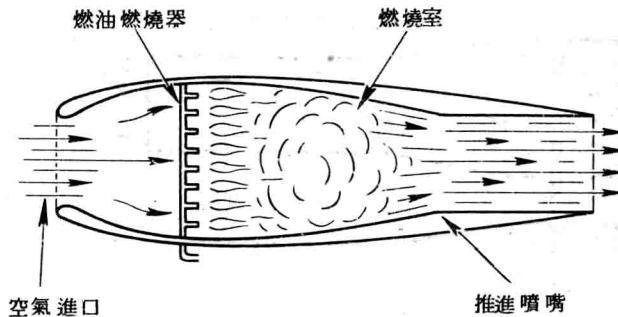


圖 1-6 衝壓噴射發動機

12. 脈動噴射發動機 (pulse jet engine) (圖 1-7) 用間歇燃燒 (intermittent Combustion) 的原理，不像衝壓噴射，可在靜止情況前進。由空氣動力導器 (aero-dynamic duct) 形成發動機與衝壓噴射相似，其中有高壓，構造更為堅固。導管進口有進口活瓣 (inlet valve)，由彈簧作用置於開啓位置。空氣經過開啓活瓣進入燃燒室，由噴射入燃燒室的燃油燃燒加熱。結果膨脹使壓力增加，迫使活瓣關閉，於是膨脹的氣體向後噴射。排出氣體使壓力降低，活瓣開啓，重復循環。脈動噴射可供直升機轉子推進 (helicopter rotor propulsion)，具有不同進口活瓣，注意設計導管以控制反響循環 (resonating cycle) 的壓力改變。因脈動噴射有高燃油消耗，且不同於近代氣渦輪發動機的性能，故不適於作飛機動力。
13. 火箭發動機 (rocket engine) (圖 1-8) 為噴射發動機，其不同處為不用大氣空氣作發動機，推進氣流 (propulsive fluid stream)。用其本身攜帶的液體燃料或化學分解燃料與氧燃燒，以產生其本身的推進氣流，因之可在地球的大氣層以外工作，所以僅適用於短暫時間。
14. 氣渦輪 (gas turbine) 應用到噴射推進，可避免火箭及熱力管的固有弱點，因用渦輪轉動壓縮器，可在低速產生推力。渦輪噴射發動機 (turbojet engine) 的工作循環 (working cycle) 在第二章中詳述。

噴射發動機

從大氣中吸入空氣，壓縮後再加熱，過程與一般熱發動機 (heat engine) 相同，將能量及動量給予空氣，迫使空氣以 2000 呎每秒或 1400 哩每小時的速度從推進噴嘴

(propelling nozzle) 排出。空氣以此法流經發動機，空氣放出部份能量及動量以推進渦輪，渦輪帶動壓縮器。

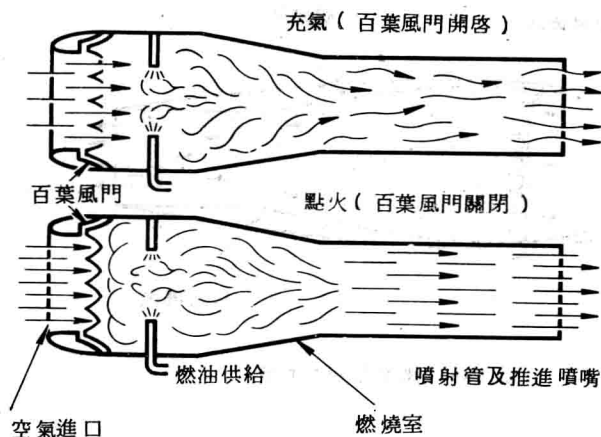


圖 1-7 脈動噴射發動機

15. 氣渦輪發動機的機械排列簡單，僅包括二主要旋轉部份，壓縮器（第三章）及渦輪（第五章），及一或數個燃燒室（第四章）。各氣渦輪發動機的機械排列如圖 1-9 所示。然而，此種簡單不能應用到發動機的全部觀念，因為以後各章描述熱力及空氣動力問題是相當複雜。從燃燒室及渦輪的高工作溫度的結果，產生流經壓縮器及渦輪葉片各種氣流的效果及排氣系的設計，經排氣系噴射氣體形成推進噴嘴。
16. 飛機速率低於 450 哩每小時，純粹噴射發動機比螺旋槳發動機的效率小，因推進效率依靠大的前進速率；渦輪噴射發動機更適用於高速飛機。時速在 350 哩每小時以上，螺旋槳的效率減少，因螺旋槳葉尖的高速使氣流擾亂之故。此種特性從純粹渦輪噴射推進的使用，發展到將螺旋槳與氣渦輪發動機組合使用，用於在中速飛行的飛機上。
17. 螺旋槳／渦輪組合 (propeller/turbine combination) 的優點對有些範圍已被旁通及引導扇發動機彌補。此種發動機比純粹噴射發動機有比較大的空氣流及較低的噴射速度，因此供給能與渦輪螺旋槳可比的推進效率（第二十三章），且超過純粹噴射發動機的效率（圖 1-10）。
18. 渦輪／衝壓噴射發動機 (turbo/ram jet engine) (圖 1-11) 合併渦輪噴射發動機（使用時速率可達馬赫 3）及衝壓噴射發動機而成，在高馬赫數時有良好性能。

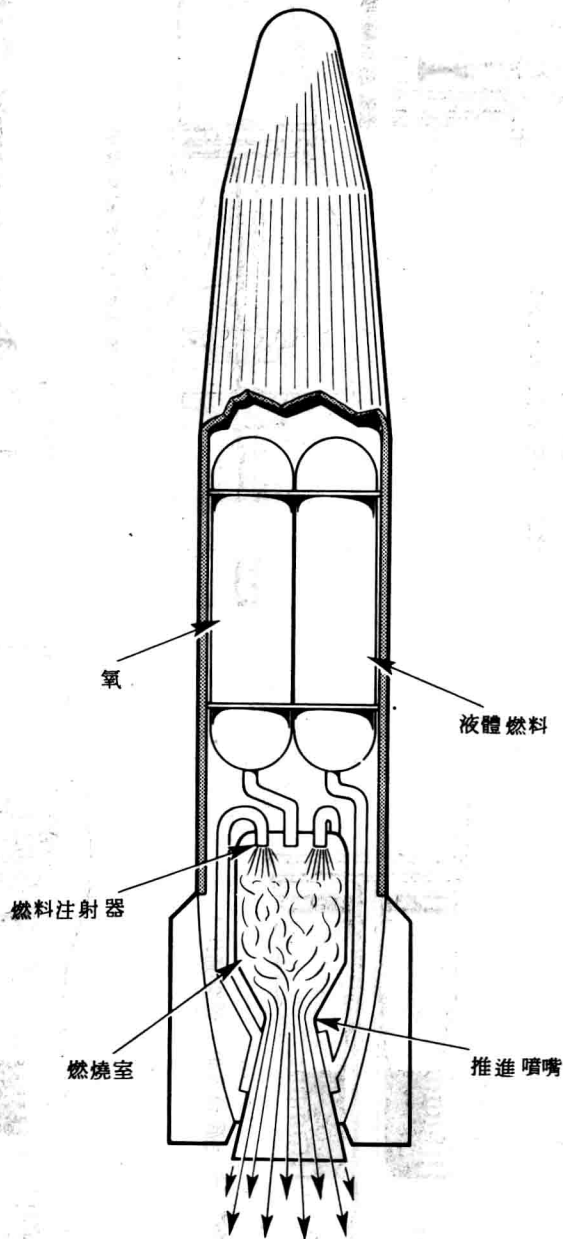


圖 1-8 火箭發動機

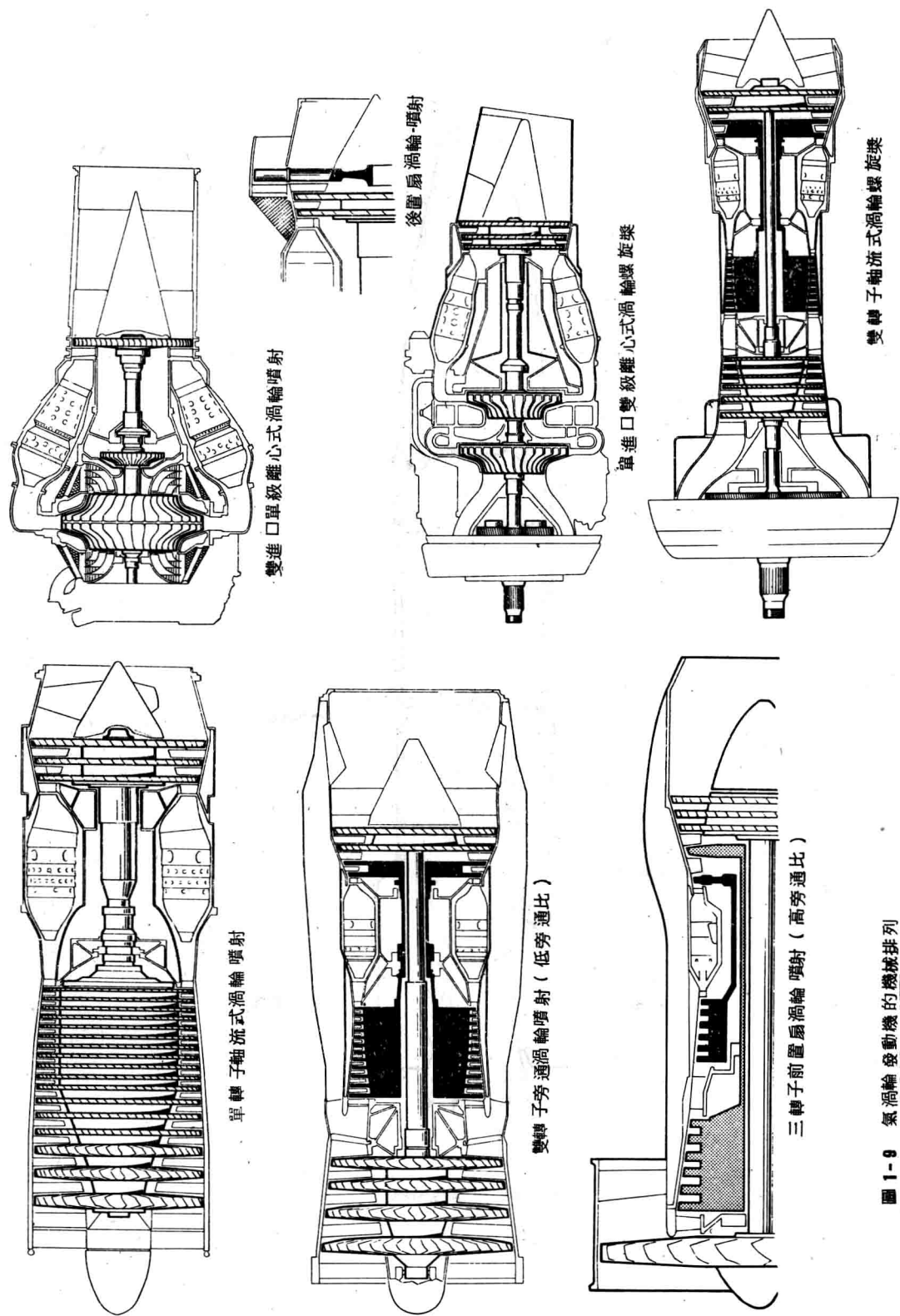


圖 1-9 氣渦輪發動機的機械排列

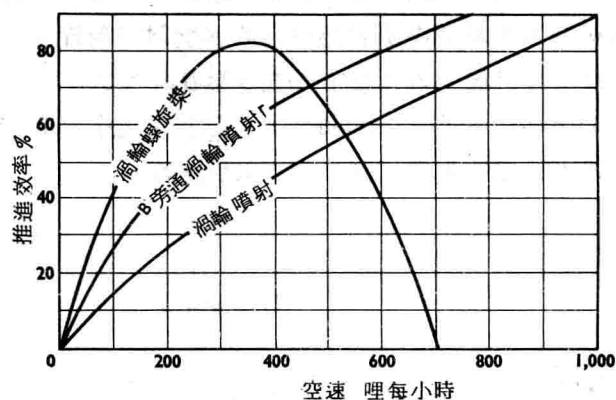


圖 1-10 渦輪螺旋槳及渦輪噴射的推進效率

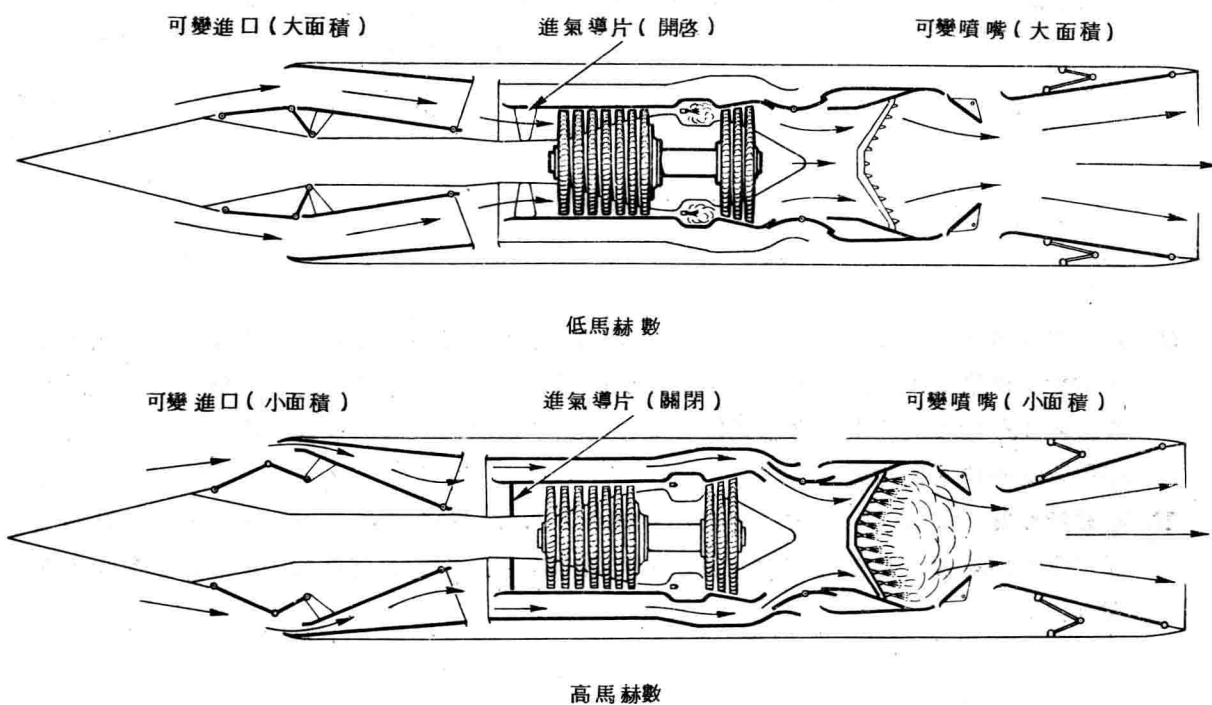


圖 1-11 渦輪／衝壓噴射發動機