

原子能知識小丛书

上海市科学技术协会主編



1313763/05

原子能和交通

科技卫生出版社

原子能和交通

余平等編寫

科技卫生出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可证出 093 号

上海劳动印制厂印刷 新华书店上海发行所总經售

开本 787×1092 毫米 1/42 印张 16/21 字数 15,000

1958年12月第1版 1958年12月第1次印刷

印数 1—10,000

统一书号：T.18119·240

定价：(七) 0.07 元

目 錄

一、原子飛機.....	1
二、原子船.....	11
三、原子機車.....	21

一、原子飛機

余 平

蘇聯早在 1954 年就已建成了世界上第一個原子能發電站；接着便着手建造世界上第一艘原子破冰船。蘇聯創製的原子飛機已經從設計和試驗個別部件的階段，轉入了地面試驗和飛行試驗階段。早在 1955 年年底，蘇聯科學家就已經獲得了裝有原子能反應堆的飛機的第一次試驗結果。經過進一步研究，具有實用意義的第一批原子飛機升空，已經為期不遠了。

飛得更快、更遠、更高

直到現在為止，一切航空動力裝置都是利用化學燃料的熱能作為推進的動力。利用化學燃料存在着如下幾個缺點：首先是燃料的熱值較低，因而所產生的推力也受到限制；例如，新型的化學燃料火箭，其單位推力還不超過 250 公斤。其次是化學燃料的消耗量很大，因此飛機的航程受到限制，目前飛機的航程最遠不過 12,000 公里；要繼續增加航程，只有採用極不方便的空中加油的方法。第三，化學燃料的地下資源不多，有人估計地球上的化學燃料大約

再過 100 年就將用盡。而地下所蘊藏の核子燃料是非常豐富，水中的重氫也是取之不盡、用之不竭的。因此，未來的航空動力裝置必須要採用核子燃料作為動力。

利用核子燃料，能够產生比汽油高 200 萬倍以上的熱能。例如，“圖-104”噴氣式客機以每小時 800 公里的速度從莫斯科飛到海參崴，大約要消耗 150 噸的汽油，而原子飛機只用 70—75 克的核子燃料就够了。這些燃料的體積只有一個核桃那麼大。正由於這種燃料的熱值非常大，而消耗量非常小，所以核子燃料飛機的航程非常遠，而且不受速度的限制。一次加足燃料便可以環球飛行幾周（一周約 4 萬公里），並且可以在空中續航幾個星期。這種動力裝置不需要任何氧化劑，不需要依賴大氣。所以原子飛機可以作超音速、超遠距和超高空的飛行。原子飛機將把人類帶到平流層的最高層，並且將為人類飛向宇宙鋪平道路。

原子飛機的動力裝置

目前最可能的原子航空動力裝置是由一個反應堆與一個或幾個普通航空發動機聯合組成。普通發動機可以是渦輪噴氣式、渦輪螺旋槳式、沖壓式或火箭式。其中以渦輪噴氣式原子發動機最有可能實現（圖1）。

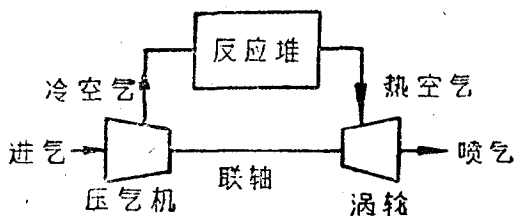


圖1. 原子飛機的動力裝置示意圖

核子燃料在反應堆中核分裂後射出大批粒子，將這些粒子的動能變成熱能，就可以產生數千度的高溫。用它來加熱液體和氣體，就獲得大量高熱氣體。這些氣體從發動機的噴管裏噴出，就可以像現代噴氣式飛機噴管一樣推進飛機飛速前進。高熱氣體在進入噴管前先經過渦輪，由渦輪直接帶動壓氣機工作，這些原理與目前的渦輪噴氣發動機很相似，因此叫做渦輪噴氣式原子發動機。

爲了使機場地勤人員和機場本身免受放射性輻射的傷害，原子飛機上除了原子動力裝置以外，還應備有一個普通噴氣式發動機。飛機起飛和上升時使用普通發動機，到正常飛行時就使用原子發動機。飛機的飛行速度可以通過反應堆的溫度或噴管的截面大小而控制。

防護放射性輻射的侵害

在創製原子飛機的過程中，出現了許多技術問題，其中最主要的問題之一就是使機上人員免受放射性輻射的侵害。

在核分裂過程中，反應堆放出大量射綫和中子流，都能破壞機體的組織。爲了防止這種破壞，在這種飛機上必須設有一種特製的生物保護裝置，以保證所有乘員的安全(圖 2)。

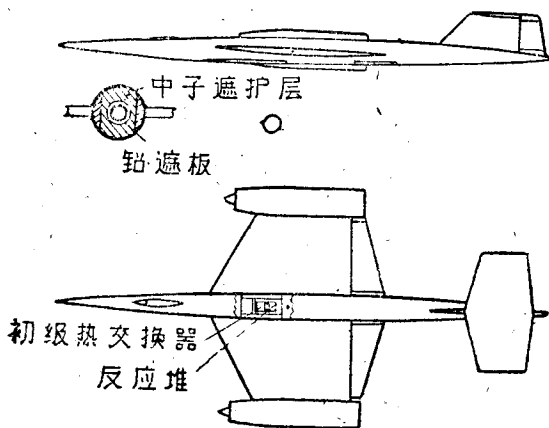


圖 2. 超音速($M \approx 2.5$)原子飛機及其發動機

大家知道，最常用的防護材料是含鉛的混凝土。這些材料雖然價廉而簡便，可惜太重，顯然不能滿足航空上的要求。蘇聯第一座原子反應堆的外壳包圍着3公尺厚的混凝土層和1公尺厚的水層，從這裏就可想像這種防護體是多麼龐大而笨重了。

飛機上的防護裝置應由各種材料結構而成。例如：在緊靠反應堆的一層是很厚的鉛板，用來減弱三種射綫和快中子。在鉛層外有用硼或鋰所組成的吸收中子的防護層，此外還有鐵層用於防止三種射綫。這些防護層是重疊組合而成。

但是，即使使用這樣的防護層，據估計僅反應堆的重量將達60—75噸，而飛機全重將達150噸以上。

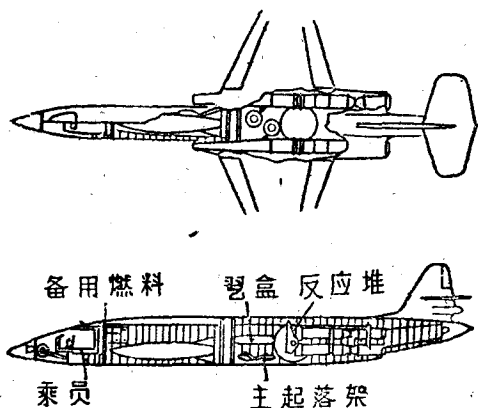


圖3. 典型原子動力飛機的內部情況

在這方面，蘇聯的科學家和工程師們獲得了巨大的成就。不久以前，一般還認為一個75,000馬力的原子發動機需要大約60噸重的隔板，但是，目前已可以大大減輕防護層的重量。如果我們使防護層的重量減低到40噸，這樣整架飛機的重量就可能為100噸左右。這架飛機就能裝載15噸貨物和180名乘客以每小時2,560公里的速度進行環球飛行。

由於安裝了防護裝置，飛機的外形可能是很長的；人員坐在最前，反應堆安裝在最後（圖3）。此外，由於原子飛機的速度大大超過目前超音速飛機的最大速度，飛機表面勢必會達到很高溫度，因此，機身必須用耐高溫的材料——鈦、鎳和其他合金來製造。

保障地面維護人員的安全

原子飛機上不但要裝置防護層以保護機上一切人員的安全，即使在飛機降落，並且在原子發動機停車以後，仍有大量的殘餘輻射性存在，所以對於機場上的人員安全問題也同樣要解決。

經過研究，這個問題在一定程度上可以得到解決。例如：將反應堆裝在飛機尾部，在停車後，可以將一些具有輻射能力的材料自反應堆中卸除，暫時放入地窖裏面。原子飛機的乘客不能在飛機着陸後立刻下機，而要等到把反應堆輻射材料搬走後才能下機。

由於近代自動控制工程的飛躍發展，有人主張採用遠距離控制的設備來進行維護工作，並在一定程度上可以使維護工作簡化。但是，我們知道，飛機的維護是相當複雜而細緻的工作，不可能完全用機器代替雙手，特別是一部分調整與檢查工作，不可能使用遠距離控制設備。並且，一般的說，同樣的工作用控制設備所需的時間往往為人工操作的5—10倍。雖然如此，如果能進一步有效地使用遠距離控制設備，這個方法仍不失為解決地面維護的良策。

除了生物以外，原子飛機上其他的設備也會受

到輻射的影響。例如，發動機和飛機的結構材料，在受到輻射後也同樣會發生損傷，材料的物理性質和機械性質都會變化，一般是硬度增加，延展性減少。所以對這種飛機的材料選擇和處理都應盡量完善。

如果我們研究一下輻射對飛機上電子設備的影響，就可以發現在這方面可能產生更嚴重的不利效果。反應堆周圍空氣的離子化將會減弱電磁波的傳播。這樣，飛機內部的無線電收發報工作以及雷達的有效距離都將受到影響。當然，這種現象只有在反應堆外面的輻射強度很高時才能發生。如果加強反應堆的防護工作，就可以相應地減少對電子設備的不利影響。

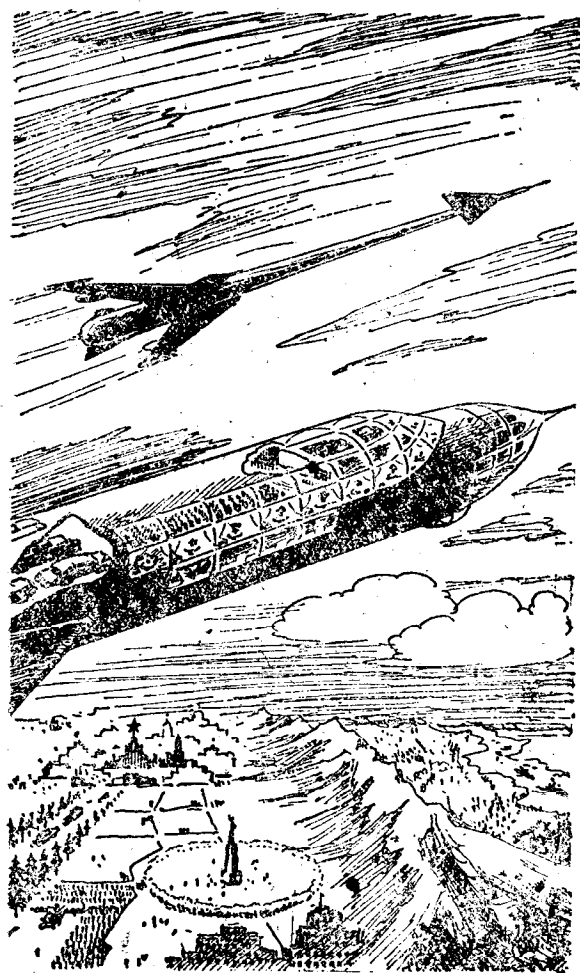


圖 4. 原子飛機

二、原子船

林若慶 方集林

在 10 年前，誰也不敢想一只船可以不加燃料而在海洋中連續行駛 2~3 年。可是今天，這已經不是幻想了。這種船的動力來源不是煤，也不是石油，而是具有巨大能量的原子能。原子能是我們這個世紀中最偉大的一項發現，原子能為人類提供了無窮的動力，為人類謀幸福，為星際航行創造了美好的前景。

原子船的優點

原子能在交通運輸上的應用對於國民經濟有着重大的意義。據估計：大約再過幾千年煤就要用完，再過幾百年石油也將耗光。何況煤、石油在目前已是製造果料、有機溶劑、藥品、人造橡膠和塑膠的最好原料。因此，原子燃料將是今後的主要燃料。它貯藏量豐富，它所發出的能量又特別大。原子燃料的特點是每單位重量具有非常巨大的能量。如 1 公斤汽油所放出的能量是 10,000—1,100 千卡，而 1 公斤核子燃料所放出的能量是它的幾百萬倍。蘇聯原子能破冰船的功率是 44,000 馬力，排水量為 16,000 噸，

如果用煤作燃料，每天就得用 100 噸，而應用核子燃料只需 25 克。一只遠洋巨輪本來需要 6,000 噸煤作為燃料，改用核子燃料，則只需 2.5 公斤。

原子動力裝置的體積較大，所以在運輸上最適用於船上。對於船隻來說，發動機的重量和體積比起其他種類的運輸工具，是算不了什麼的。

原子船有很多優點。在運輸成本相等的條件下，原子動力裝置的船比裝有汽輪機的船隻大約快 1 倍，即使是最低速度，也比一般船舶快 20%，運輸成本則降低 43%。因此，原子能在船上的應用是值得我們研究的。下面我們簡略介紹一下原子船隻的一般原理及其應用。

原子船的動力裝置

在介紹原理之前，我們首先得明確船舶對原子動力裝置的要求。和一般交通工具一樣，它要求發動機有較高的效率、較輕的重量和較小的外形尺寸；另外船舶還有一個特殊的要求：在任何困難條件（顛簸、振動、過載及其他）下，都要保持船只的良好性能，如穩性、不沉性等等。

原子核反應堆是原子船的心臟，也是它的動力裝備的中心部分。反應堆把原子核能變成機械能，它是用核子燃料（鈾）來工作的。鈾原子核受到中子（一般為慢中子）打擊而分裂，形成鏈式反應，同時放出大量熱能，由“載熱劑”（可採用液態化金屬、普通水或重水，視反應堆的類型而異）。從反應堆帶出，通過熱交換器把熱傳給水，使水變成蒸汽從而帶動汽輪機。汽輪機通過減速器帶動螺旋槳，這樣就推動了船的前進。

在已公佈的資料中，關於船用原子能發動機即船舶用反應堆的比較少。據蘇聯專家拉哈寧的意見，一般可分下列5種類型：

1. 具有熱中子（慢中子）非均勻反應堆和壓力水的雙迴路系統。

2. 具有熱中子或中能中子(中速中子)非均勻反應堆和單迴路系統。

3. 具有熱中子非均勻反應堆和沸水(在活性區)的單迴路系統。

4. 具有熱中子或中能中子非均勻反應堆, 以及石墨減速劑和鈉載熱劑的三迴路系統。

5. 具有用氮氣作載熱劑的熱中子非均勻反應堆和單迴路循環。

前4種是用汽輪機作動力機, 後一種是燃汽輪機作動力機的。

第一種類型具有熱中子非均勻反應堆和壓力水雙迴路系統。反應堆的載熱劑可選用高純度蒸餾水或是重水, 壓力要在100大氣壓以上, 裝置如圖1所示。第一迴路的水泵向反應堆送水, 水在核子燃料

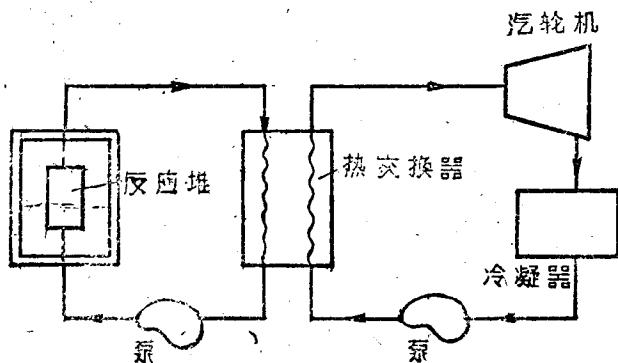


圖 1