

$$0.62 \times 0.5 + 1.64 + 2.58 \times 1.5 + 3.7 \times 2 + 5.02 \times 2.5 + 6.44 \times 3$$

简化上式

$$6B_0 + 10.5B_1 = 19.6$$

$$10.5B_0 + 22.75B_1 = 43.89$$

解上式得出

$$B_0 = -0.57 \text{ 和 } B_1 = 2.192$$

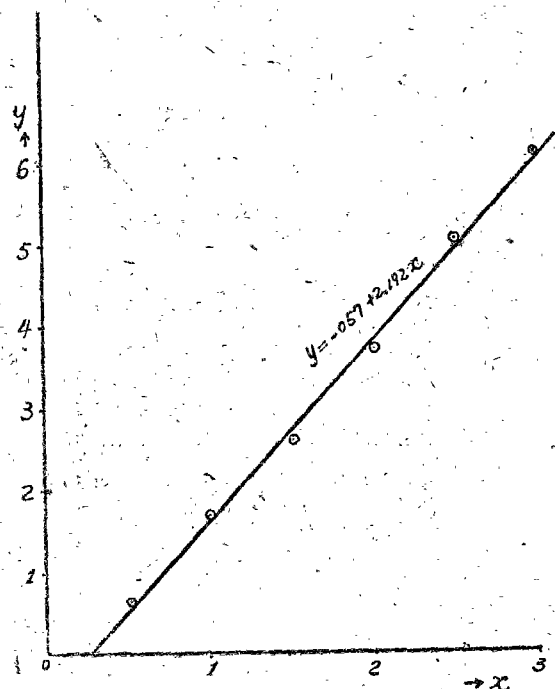


圖 8

从这里得出所求曲线的方程式为

$$B_0 = -0.57 + 2.192x$$

为了对比起见,表内数据和近式图解数据列于圖 8。

这些例子和本文中的一些結論为X射线结构分析中实验数据的演算部分。然而很容易理解,誤差理論的方法可用于任何一項实验計算,因为这些实验中偶然誤差是难于避免的。由此可見,每一个熟練和有素养的实验工作者,都必須在評定其做結論的可靠性时計算数据的誤差。研究者在实验工作中所获得的数字可以帶給他極大的滿足,然而只有从誤差理論的观点評定以后才可以采用。或与此相反,未經校驗过的偶然結果可能引起很大的誤差,不仅对于实验者本人,同时对于在工作中利用这些数据的人也会引起无謂的困惑。

最后,借此机会向此稿的譯者郝应其同志和担任譯文校对的王仁智同志致以謝意。

## 文 献

1. А. Н. Крылов. Лекции о приближенных вычислениях. Изд. 6. 1954 г.
2. К. П. Яковлев. Математическая обработка результатов измерений, 1950 г.
3. Б. В. Гнеденко. А. Я. Хинчин. Элементарное введение в теорию вероятностей, 1957 г.

(全文續完)

郝应其譯

王仁智校

# 鈦 的 現 在 和 未 來 的 用 途

鈦作为一种工业材料而能受到广泛的欢迎,全靠其生产成本的降低、金屬成形性和質量的改进、进一步的有效利用、專用合金的發展、特性知識的增加以及新用途的調查和加工技术的改进。

矿业局曾描述了这方面的情况。正如本文中所指出的那样,向上述困难重重的目标前进是一项巨大的工作。以下将討論經証明認為滿意的用途和价格。

## 海绵鈦的价格

海绵鈦的生产成本和价格在逐渐降低,而且質量也有所改进,这种情况使数年前所抱的期望得以实现。

从1948年起直到1954年为止,杜邦公司首先公布了

工业生产海绵鈦的价格,批量 100 磅者,每磅为 5 美元,小于 100 磅者每磅为 7.50 美元。随后对批量 100 磅的 A-1 級 (0.30% Fe) 和 A-2 級 (0.50% Fe) 的价格变化如下:

有 效 日 期	A-1 級	A-2 級
1954 年 4 月 1 日	4.72 美元	4.46 美元
1954 年 12 月 1 日	4.50	4.00
1955 年 4 月 1 日	3.95	3.50
1955 年 11 月 1 日	3.45	3.15
1956 年 12 月 3 日	2.75	2.50
1957 年 6 月 3 日	2.25	2.00
1958 年 4 月 1 日	2.05	1.85

質量也得已逐漸改進，如A-1級含鈹0.20%（最多），布氏硬度125（最大）。A-2級含鈹0.45%，硬度小於170。

由Z. 杰弗里斯領導的諮詢委員會向國防部提出的1952年年中預報已被通過，預報的名稱為“在克魯爾方法中預期的改進是希望在年產量10000噸和美元價值不變的基礎上，出售價格能達到每磅2美元，正、負0.50元”。表1表明在現在的生產品規模和工藝的基礎上，較低的价格看來是有希望的〔表1所指的凱洛哥教授是鈹諮詢委員會的主席，而波特爾在魯葛斯（Rutgers）大學作學位論文時完成了他的研究工作〕。

凱洛哥教授着重指出：完整的工業應包括年產20000~40000噸海棉鈹的專用設備（與現在年產6000~10000噸的設備比較）。

表1中的成本估計并未超出一般的想像。甚至許多小型工藝方法，克魯爾法生產的海棉鈹可能出售到少於1.50元。新發展的電解法有可能使最終成本降低到少於1元，甚至於降低到每磅0.80元。

克魯爾法生產海棉鈹的估計成本 表1

	H. H. 凱洛哥		D. F. 波特爾
	1956年的 現行價格	成熟價格	成熟價格
生產量	3600噸	200,000噸	75000噸
原料			
鈹礦(90%TiO <sub>2</sub> )	0.194	0.043	0.06
氯	0.159	0.03	0.03
鎂	0.469	0.09	0.09
碳、氫、其它	0.043	0.023	0.03
總計	0.865	0.186	0.21
水电	0.110	0.113	0.085
跌價和償還工 資和總開銷	1.350	0.079	0.11
		0.347	0.45
總計	1.460	0.539	0.646
成本			
淨利	0.324	0.20	0.20
稅收	0.351	0.22	0.22
總計	0.675	0.42	0.42
總售價，每磅	3.000美元	1.15美元	1.28美元

價格相競爭中的障礙。商品純鈹（非合金的）的基本價格，以美元/每磅計如上。

先進的和專用的軋製品在將來一定會降低價格。

超過基價的額外價格對於鈹和鋼製品都是一樣的。不同厚度鈹板的額外價格從0.50美元到6.75美元（每磅），加寬鈹板（36吋到42吋）的額外價格達到2美元（每磅）。剪切寬度在24吋以內，長度超過96吋，數量在10,000磅以內，要求特種表面加工或特別光滑的表面均會引起額外價格的增加。因此，飛機製造工業付出的實際價格在7美元到15美元之間。這就說明飛機製造家願意採用不銹鋼（1957年12月2日的基價為0.655美元/磅）而不願使用鈹的原因，即使在近代低比重材料的設計已屬完全可能的情况下也是如此。

鈹合金的軋制工藝正在急步前進。現在，鈹在設計不銹鋼設備方面已引起廣泛的討論。直到1957年的下半年，加工鈹的軋鋼機尚未制成（據美國鈹金屬公司透露）。先不說從軋制不銹鋼的正常生產到小規模軋制鈹的轉變中時間上的損失，首先這兩種金屬的特性與經濟的共同生產是不相容的。鈹在壓力加工，落錘鍛和初軋中需要較小的壓縮（與不銹鋼相比），以便減少邊緣裂紋和隨後的修整。對於較大的鈹錠，軋鋼設備的功率可以不必要是足以使鈹在一次加熱中得到適當的壓縮。此外，鈹還需要更經常的修整和更嚴格的控制溫度和大氣。

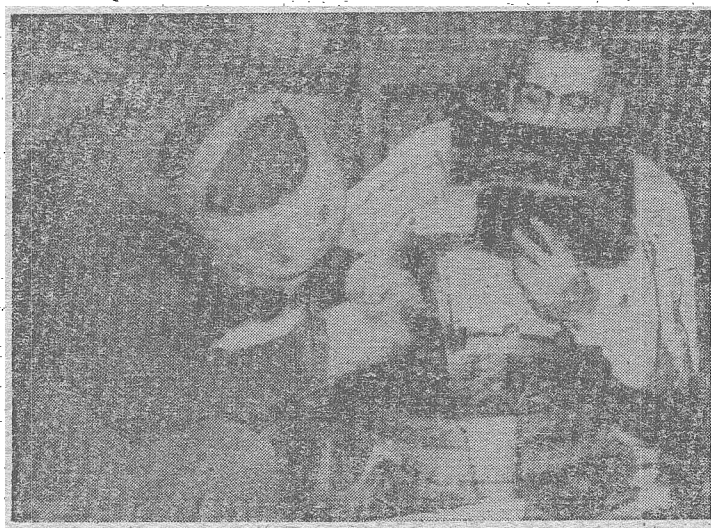


圖1 冷凝器的許多管端在管板上的焊接情況（在密閉氬氣室內）

### 軋製品的成本

軋製品價格自1953年以來已急劇降低，但小體積製品和技術上的困難將成為與不銹鋼和高強度合金鋼的

種 類	1954	1957
鍛 坯	9.00	6.00~ 6.25
熱 軋 棒	9.00	6.15~ 6.40
板 材	12.00	8.00~ 8.75
薄 板	15.00	10.10~11.10
帶	15.00	9.50~10.06
絲	11.00	7.50~ 8.00

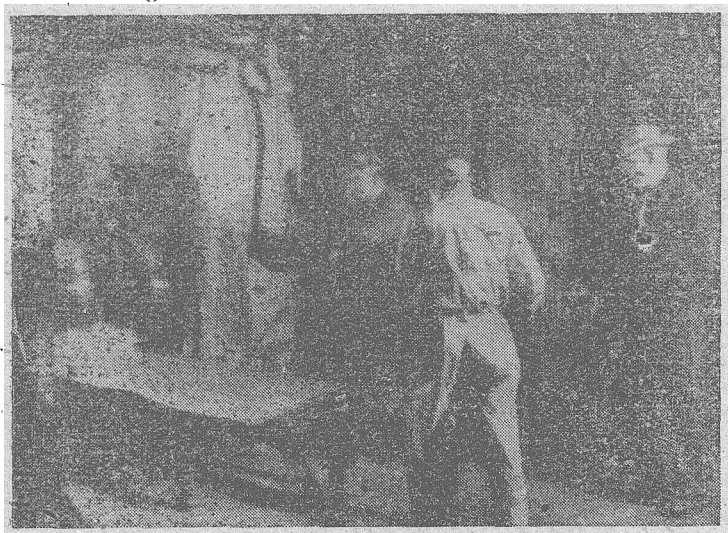


圖2 在旧式手工軋鋼机上軋制鈦板的情况。

貝特利研究院在最近有限的調查中指出：目前制造家用現有的設備已能供應厚度不大(約0.020~0.050吋)的高強度鈦合金板材。但是，為了在軋制厚度、寬度和公差上能與其對手高強度不銹鋼和其它合金相比美而特別設計的軋鋼機，要等到1960年才能使用。根據凱洛葛教授所作的預測，有希望在成熟的工業中充分利用有20,000~40,000噸鈦年產能力的完整設備。在這種情況下，他預計鈦的軋制型材的成本將會是不銹鋼的4倍。根據海棉金屬每磅1.15美元和得到的碎塊0.80美元，他認為鍛坯的成本可能每磅為1.78美元，板材為2.06美元而薄板為2.34美元。

瞬時抗拉強度特性 (單位1000磅/吋<sup>2</sup>)

表2

	室 溫			800°F		
	極 限 強 度	屈 服 強 度	延 伸 率	極 限 強 度	屈 服 強 度	延 伸 率
鈦合金						
目標	180(290)*	160(258)*	10%	130(210)*	105(170)*	15%
軋制合金板						
6%Al, 4%V	170(298)	155(264)	10	115(202)	100(176)	10
16%V, 2.5%Al	170(290)	150(258)	5	130(210)	120(204)	7
4.5%Al, 3%Mo, 1%V	170(290)	150(256)	10	100(171)	80(137)	15
β合金(25%合金加成)	210(335)	185(295)	10	—	—	—
鋼						
17-7PH(半奧氏體)	245	225	6	130	105	14
14%Cr(馬氏體)	247	195	10	165	125	10
熱作鍛模鋼	290	238	10	225	200	9
A.I.S.I.4340(Ni-Cr-Mo)	250	225	10	180	—	—

\* 括弧內的數值是能保持具有與鈦合金一樣之強度重量比的鋼的相當值

## 用 途

從價格不利的觀點來看，直到今天，鈦的大量使用還只限於航空方面是不足為怪的，因為重量減輕是非常必要的並且在使用中保持的溫度又如此的高，而這樣高的溫度對其它輕金屬如鋁和鎂的合金來說，會降低其蠕變強度。

在飛機上是鋼的對手——在飛機和噴氣發動機中的主要結構材料，溫度低於400~500°F (204.5~260°C) [甚至600°F (315.6°C) 用於載荷輕的零件] 者有鋁和鎂，由此向上到1200°F (648.9°C) 有鈦和不銹鋼。在1600°F (871.7°C) 以上，只有高熔點金屬、金屬陶瓷和石墨可以考慮。

由此看來，鈦合金的可用溫度的上限可達到1000°F

(537.8°C)，短時曝溫甚至可達到1400°F (760°C)，而正在發展中的較好的鈦合金則易於達到上述溫度，並具有足夠的強度以彌補其密度較高的缺點。我們經常說28磅鈦具有50磅鋼的強度，但是這個強度重量比上的優點與數年前相比，目前已退居次要地位。

現在，鈦合金\*在飛機構架用途上的主要對手是沉淀硬化不銹鋼。其工作溫度大約相當於現有的γ-β型鈦合金，其強度重量比略次於熱處理的鈦合金，但其成本相當低。已經公布，但尚未經採用的其它合金鋼有14%Cr馬氏體渦輪葉片鋼和熱作鍛模鋼。Ni-Cr-Mo4340熱處理合金鋼在400°F (204.5°C) 時，其強度重量比優於退火的鈦。

上述事實列於表2中，表內的數據表示金屬在工作溫度下的機械性能，這對更好的選擇材料是一個難得的



圖3 射程为5500哩的阿特拉斯導彈上推進劑用的壓縮氣瓶

参考。在最大應力和溫度下希望的壽命、加工問題和成本也是一些重要的因素。雖然如此，在目前和未來發展階段，鈦合金板在800°F (426.7°C) 時經受拉伸和不脆斷壓縮的零件中仍比鋼具有更好的強度重量比。這種優勢充分地說明了脆斷必須加以考慮，重量最輕的適當應力水平今後將次於抗壓屈服強度，特別在輕載荷的結構中，這就偏重了較輕的金屬，雖然它還沒有合金鋼那樣高的強度。

蜂窩結構在防脆斷問題上是一個引人注意的方法。在製造這種組合結構的過程中，熔焊或釐焊是一個因素，其使用價值與適當厚度和適當大小的板及箔相同。在這種結構中的發展，鋼比鈦先進。

暫時，鋼適用作大、寬而薄的板材；這可以消除不必要的結合。然而，鈦合金則不然，除非它也能適用於同樣的型材和尺寸，除非它的加工問題包括溶焊（或釐焊）能獲得滿意的解決，否則鈦將在許多不是那麼受歡迎的用途上讓位給鋼。

另一方面，鈦經常有一個優點，即鋼的最小可用厚度比唯一強度所要求的要薄，或者是僅僅為了接觸另一部件就必須提供寬的凸緣。腐蝕也是一個因素，在這一點上，鈦幾乎在任何環境下均優於任何工業鐵基合金。

成本的差別是一個嚴重的不利條件。鈦的成本約比高強度不銹鋼高10倍，甚至在體積上接近6倍之多。鈦的這種附加的成本由於其優越的性能，在重視成本的設計家推薦它的用途之前已得到諒解。

飛機的成本——由於上述原因，鈦的主要市場可能是限於以減輕重量為主的航空工業。少數專家同意為了

1957年美國空軍用的鈦 表3

設 計	製造廠家	軋制型材	用 途
歼缸机:			
F-100	南美	1300磅	后机身
F-101	MC坦乃尔	1400	后机身
F-102A	康維尔	1500	后机身, 發動機罩 翼梁附件
F-104B	拉克希	260	尾錐
F-105	共和	260	尾錐, 刹車裝置
運輸机:			
C-130	拉克希	1100	發動機艙
轟炸机:			
B-52D	波音	1400	發動機艙
B-52D(M-1)	波音	4600	發動機艙, 螺栓, 鍛件
B-58	康維尔	300*	螺栓

\* 可能增加5000磅用於蜂窩結構、鍛件和板材

鈦的預計消耗量, 美吨\* 表4

使用对象	軋制品的售價	
	2~3美元(磅)	1-1.5 美元(磅)
軍用飛機	20,000~30,000	20,000~ 30,000
商業飛機	2,000~ 3,000	3,000~ 4,000
化學和其它工業設備	15,000~20,000	20,000~ 25,000
船舶	1,000~ 2,000	2,000~ 3,000
武器和其它軍用品	8,000~10,000	10,000~ 15,000
汽車(客車)	2,000~ 3,000	125,000~150,000
卡車和公共汽車	10,000~15,000	30,000~ 45,000
鐵路	1,000~ 2,000	3,000~ 4,000
其它	3,000~ 4,000	11,000~ 19,000
总计	62,000~89,000	224,000~295,000

減輕飛機構架或發動機中的每一磅重量所付出的代價，因為在發動機中每減輕一磅重量，則可能在飛機的最終重量中減輕3~10磅以上的重量。機翼和尾翼部分、機身、動力裝置、燃料和機身的尺寸都要根據起飛重量計算。由此看來，僅僅由於建立的一部分新合金，鈦在經濟上尚且難以被鋼所代替，並且只是從1957年以來，鈦才被納入原始設計。例如，加拿大皇家空軍的CL-28海上偵察轟炸機，在蒙皮、座艙隔壁和四個發動機艙的耐火牆部分採用了2700磅鈦，並因此在飛機的總重量中減輕了900磅。可以相信，每一種新型噴氣運輸機將採用幾乎一吨鈦板和擠壓件和某些鈦螺栓。

在民用和某些軍用飛中，鈦的附加成本決定於經濟和安全的因素。但在其它快速和遠距離軍事飛機中，性能是採用更貴重材料的主要原因。但這些原因並未防碍

\* 自從近代開基機和轟炸機的結構重量的60~80%採用板材以來，鈦合金板是最重要的

\* 美吨又名短吨=907.2公斤

在政府早期計劃中對需要所作的有希望的評價。1954年上議院召開會議以前的一个証明，說明30美元的代價可減輕商業飛機中一磅的重量。約翰·葛賴特支持了每年需要35,000噸海棉鈦的計劃，並說明所有的估計均系根據鈦的現行價格，若是價格跌落，此項要求將有所增高。他補充說：像飛機的發展一樣，我想價格不致被當成一個因素。但是，當你必須使軍艦或坦克裝甲的個別部位的材料價值數百萬美元之多時，你就不再考慮價格。國防部領導人阿瑟S. 傅賴明在1955年末說：國防部應在生產的基礎上盡力擴大鈦在軍事設備上的用途，儘管其目前的成本較高。這將使鈦的製造工藝迅速前進並導致其成本的降低。

總之是沒有什麼問題的。但美國的飛機設計家，因為過去板材發脆的某些困難，開始用鈦設計時猶豫不決，並且他們不相信鈦的軋製品在飛機製造中將會逐漸有用。

### 在飛機上的使用經驗

由於與這種新金屬有關的許多問題，大量的材料遭到毀壞。西屋公司的燃氣渦輪部門已報廢了200,000磅金屬，因為在熔煉時加入的碳過多而使其後來無法切削。另外，交給道格拉斯飛機公司的大量非合金鈦，由於含氫量過高而使其難以成型並易于斷裂。另一些困難是由於一次一次的加熱的變化所引起的，甚至在同一板材中的化學、機械性能、表面加工和厚度均缺乏均一性。即使用固有質量的同樣材料，報廢率在最好的工廠中也是很高的，除非能獲得所需要的經驗。

1954年末，在用含有8% Mn的鈦合金板制成的零件中會流行一種帶脆裂的現象，因而對這種鈦合金能否安全地用於飛機上會引起懷疑。但是，在幾種後來的用途中用鈦代替其它材料之前，這些困難已得到解決。

經過工廠檢驗之後，在使用中的真正失敗現象已為數極少。在帕賴特·懷特尼和通用電氣公司的噴氣發動機中的某些壓縮機零件在發動機試車中會產生脆裂。這些失敗系歸咎於氫脆，但是用真空退火的方法可以消除。然而，許多工藝家已介紹過真空退火，並且鈦工業在這些困難得到解決後易準備採用。

對具有特殊性能的金屬鈦的了解不會太久。專用的工具和方法一經採用，鈦零件的生產將成為平常的工作，而飛機工廠中的廢品也會減少。

軍用飛機——現行鈦的消耗對象主要是帕賴特·懷特尼公司J-57和J-75噴氣發動機中燃燒室前部的壓縮機部件。工作溫度從700~800°F (371.2~426.7°C) 最適合於鈦。在這兩種發動機中鈦零件的淨重約300~600磅。總之，根據製造上的損失和備用零件的多少，J-57-19發動機需要1400磅軋制型材，J-57 (C型) 發動機需要

3700磅軋制型材，J-75發動機需要3000磅。在燃燒室和壓縮機後部發動機的主要零件中，溫度對鈦來說是太高了。自從B-52轟炸機採用了八台J-57 (C型) 發動機以來，鈦在這些組合件中的用途已占有統治地位，而這些轟炸機交貨中的不受限制是近來生產下降的主要原因。

(J-75發動機目前只用於裝有一台發動機的殲擊機)。

空軍所需要的鈦現在只有10~20%轉入飛機骨架。設計、製造廠家和消耗量的表格示於表3，其中需要補充說明的是，不論道格拉斯運輸機C-133或轟炸機WB-66所採用的鈦均比額定數量多。

1953年美國航空工業估計飛機骨架總重的2%可以是非合金的，在不久的未來有3%可以是合金鈦的，這個比例終於提高到3.5%，個別有提高到30%。貝特利研究院在1957年作了一次調查，其中指出未來的軍事飛機將有利於採用為飛機骨架重量10%的鈦，並且如果合金在室溫下的屈服強度超過150,000磅/吋<sup>2</sup>，和相應的高溫強度成為可用的話，這個比例可上升為50%。飛機骨架採用的鈦合金至今已具有110,000磅/吋<sup>2</sup>最低屈服強度。表2所示為板材軋制合金項目中可按照標準發展為高強度合金的未來合金。美國1956年年度飛機骨架生產的總額對軍用飛機為45,000噸，對民用產品為10,000噸（個別有從小殲擊機為7000磅到大型運輸機為100,000磅而不等）。這些情況有助於肯定過去的預言，即飛機工廠在少數年之內將需要30,000噸或更多的鈦。

當飛行速度約兩倍於音速時，飛機蒙皮的溫度不一定超過200°F (93.3°C)。因此，馬赫數是2的飛機上的大部分骨架（不受發動機熱能影響者）仍將用鋁製造。在馬赫數為3或3以上時，則無論如何，飛機骨架的前緣和某些其它零件對鋁來說就過熱了，但鈦卻最适于在此溫度範圍內工作。鈦對於能使飛機馬赫數達到3.5（目前被認為是大气層飛行的最高速度）的燃氣渦輪的許多零件也表現為最好的材料。

鈦在飛機骨架中的用途也由於具有較高有效溫度範圍的新型熱處理板材合金而擴大了，這種合金具有較寬的強度重量比，在低溫方面超過了鋁，而在高溫方面則超過了鋼。

對於發動機或飛機的某一零件是採用鈦還是採用某些其它金屬是早在製造公司的畫板上就決定了的。空軍購買飛機系根據性能，並未決定材料。由此可見，發動機製造家不使用鈦能夠生產符合規格的發動機這樣一個事實，並不意味著如果他使用了鈦就不能製造好的發動機。

### 陸軍方面的用途

早期的計劃預計大量的鈦可能用於陸軍武器，但現

行的用途很少。对于由步兵携带或由空中载运的设备结构的要求已很明显。在发射武器方面的用途，提供的钛，在重量上超过钢25%。耐腐蚀也是一个因素，但是最有利的用途目前已受到原材料成本高的限制。

海军方面的用途已大量地用于装有J-57发动机的舰载歼击机上，此外特别需要耐腐蚀的飞机构架也采用了钛。若非由于其成本太高，钛将可能用于裸露金属暴露于海水中的船体。海军武器像陆军武器一样，认为在装甲武器中使用钛的优势并未战胜附加的成本。

### 未来的用途

只要陆军证明钛的实际消耗量超过95%，由国防部对必需品所作的预算书将把工业的速度调整到最大。几年来，军事当局曾多次表示，在工业设备方面能供应多少型材和尺寸适度的钛就使用多少。在1956年末，工业方面透露了不好的消息，即J-57发动机的钛将不用于四台KC-135发动机的气瓶，因为其成本较高并对钛轧制品的交货时间，能否与生产计划保持一致表示怀疑。1957年5月要求的条件经第二次修改后降低了许多，以适应政府现行会计年度中洲际轰炸机交货的延期。已建立起来的工业，据1957年末的估计，可年产30,000吨

钛锭，但空军方面对此要求的估计仅比1958现行产量多一点，而在1959年则更少。

对工业销路方面的直接影响甚至比表中所示的更为严重，不只是从矿山到工厂的供应线仍处于早期提出的水平，并且承制工厂已积压了大量像原材料一样经过最后加工的零件。自从收到原材料与飞机最后加工完毕之间的相隔时间延长为9个月以来，存有原材料金属的公司甚至可以在生产量降低50%或50%以上之后都可以延期购买新材料达数月之久。

轧制品的生产者已经表示他们最担心的就是研究和發展上的迟缓不前，有经验人员的减少和虽已趋向降低售价而且目前仍嫌太高的成本，后者是可以刺激和扩大市场的。虽然如此，相反一面的变化仍然是可能的。所以，即便我们所处的地位，看来好像价格是主要的障碍，但是只要产量没有巨大的增加，价格是不会下跌的，作者有意附表4中所示钛的估计消耗量结束本文，若克鲁尔法生产的轧制品每磅可以卖到2~3美元，则新方法（可能是电解法）一定可以使轧制品的出售价格降低一半。

郑怡琳译自“金属进展”58年九月号 109 页

## 高 强 度 铝 合 金 及 其 在 航 空 工 业 中 的 应 用 (上)

### 一 引 言

在这金属结构的年代里，人们似乎已经忘记了，从前，木材还是飞机上最主要的材料。木材有许多优异的性能，它具有金属的某些优点。木材除在切削加工时具有良好的成型性外，由于它的比重很小，故能选择任意的壁厚，尤其是当人们想到钢的时候，就会设想到，木材的抗起泡性(Beulsteifigkeit)和稳定断裂的问题，必然比在采用薄壁金属部件时更为简单和容易。因此，木材特别适用于硬壳结构。直截了当的说，胶合可能性是很理想的，因为，在采用这种结合方法时，由于均匀的应力分布而不致引起在铆接甚至焊接时不可达到的强度损失。此外，木材对于疲劳应力的有利情况和缺口敏感小的事实，说明了最大应力对疲劳强度没有根本的影响。

与此相反，金属材料在某种程度上是缺口敏感的。缺口很敏感的材料，如高硬度钢，即使是十分轻微的缺

口也可能会引起表面裂痕和50%或更多一些的疲劳强度损失。经验证明，所有金属飞机上出现的疲劳断裂，多半是在缺口、铆钉孔或其他局部应力集中的地方。“慧星号”飞机的失事就是属于这种情况。这个问题尚待今后深入研究。

可是，与金属材料相比而言，木材就没有上述缺点，而相反它具有以下缺陷：缺乏均匀性和形状稳定性，弹性模数低，冲击强度低以及其可燃性。战前，木材还应用在飞机的结构中。金属飞机结构是后来才逐渐发展起来的。

值得注意，第一架张臂翼飞机是第一次世界大战期间制造成功的。容克尔单翼飞机J1，就是第一架全金属飞机。这架飞机是由焊接在一起的薄铁板构成的，质量颇重。因此，这种材料很快就不适用了。第二次制造这种飞机时便采用了轻金属。第一次世界大战以后，当对轻金属结构尚存在着一些争论的时候，有些人，特别是