

用熱燃氣噴吹 3 分鐘。曾將美國第一顆小衛星射入軌道的“先鋒號”火箭的錐體，也是由 41-RPD 石棉酚基塑料制成的。錐體由兩部分組成，在達到一定速度時，它們即行分離。錐體的長度為 1980 公厘，底部的直徑為 760 公厘。由補強塑料制成的各種火箭零件的示例見圖 6、7 及 8。

尽管石棉具有很多優點，但是利用玻璃纖維作為補強材料的研究工作，仍在繼續進行中。目前研究出的“阿斯特勞利特”塑料，是一種玻璃酚基硅組合物，它能經受 2550°C 溫度歷時 142 秒。新型的玻璃補強塑料“阿愛羅列茲”E-601，能經受 1650°C 溫度歷數秒鐘。“阿愛羅列茲”塑料 E-602 具有高的抗熱燃氣浸蝕作用的性能，與它相類似的“阿愛羅列茲”塑料 E-702 是用玻璃纖維補強的，並以熱固性樹脂和陶瓷作填充劑。E-702 塑料在用氧乙炔焰試驗時，證明抗蝕性極高，比一般酚基或硅塑料要高 1 倍。石墨和銅在上述試驗時，對氧焰作用下的浸蝕比較穩定，但具有頗大的導熱性，而且在氣態氧中會受浸蝕。可是，塑料卻能絕對抗耐氣態氧的作用。

在製造于壓力下工作的氣瓶（圖 9~11）時，也廣泛採用補強塑料。氣瓶的球面體可制成直徑由 38 至 535 公厘，而且允許壓力在 7~700 大氣壓之間。

由圖 12 可以清楚地看出，補強塑料在單位強度方面大大優越於其他各種材料。

## 參考文獻

1. American Rocket Society Reports, 1958, March 17~20, №589, 590.
2. Plastics World, 1958, Apr., Vol. 16, №4, p. 4~6.
3. Western Plastics, 1957, 15 Dec., Vol. 4, №12, p. 15.
4. Western Plastics, 1957, 15 June, Vol. 4, №6, p. 12.
5. Western Plastics, 1957, May, Vol. 4, №5, p. 23~25.
6. Air Force, 1958, Jan., Vol. 41, №1, p. 82.
7. Chaudronnerie-Tolerie, 1958, Mai, p. 13.

洪流譯自蘇聯快報“火箭技術”58. №46

# 新 材 料 消 息

## 新的鎳基合金

美國通用電氣公司已經發展了一種用于燃氣渦輪的新鎳基合金。這是一種含鋁和鈦的鎳基合金，名為雷尼（Rene）41。溫度範圍超過 1000~1400°F（等於 538~760°C），工作溫度至 1800°F（等於 982°C）。在 1600°F 時（等於 871°C），100 小時的斷裂強度為 25,000 磅/吋<sup>2</sup>。這種材料可用保護弧的方法進行焊接和點焊，機械性能良好。

## 鈹

這種金屬的比重是 1.83，其抗拉強度和彈性模數很高。目前這種材料已能大量生產。可作飛機和導彈的零件。由於生產困難，目前在航空工業方面還仅限于在儀器設備上採用。

## 鈦合金鑄件

美國加利福尼亞州的海威鋁業公司（Harvey Aluminium）曾公布他們已能用高真空自耗電弧爐或惰性氣體自耗電弧爐進行熔煉來大量生產鈦合金鑄件。（付）

“Aircraft Engineering” 1958.11 月 P. 352

## 反應堆結構用合金 X 8001

美國最近公布了一種用于反應堆結構方面的專用合金材料，牌號為 X8001。根據雷諾時（Reynolds）的說明，美國 Argonne 國家試驗室制取的合金組成成分如下：

Ni.....0.9~1.3	Li.....不多于0.008
Fe.....0.45~0.7	Cd.....不多于0.003
Si.....不多于0.17	Co.....不多于0.001
Cu.....不多于0.15	B.....不多于0.001

這種合金在反應堆的工作條件下具有非常良好的抗腐蝕性，相當于含鈹較高的純鋁 Al 99（1100）。X8001 能夠代替極為貴重的反應堆用材料——鈹，用作燃燒元素的保護套，同時加工亦非常簡便。X8001 現已被應用在伊達華州 ALPR Argonne 試驗性反應堆中。這個反應堆是活動性沸水反應堆原型，由此可以獲得遠達南極的電流和熱量。（白）

（詳見“Financial Times, London, 9.7.1958”和“America-Dinst vom 21.11.1958”）“鋁”雜誌 1959.

1.

## 鋁和鈮在航空燃气渦輪上的应用

目前，已有許多材料能保証渦輪前燃氣溫度達1100°C的發動機可靠地工作。可是，對於現代的發動機製造來說，這樣的溫度在很多情況下已感到不足了，必須越過更高的溫度；因此最有前途的是在結構中使用高熔點金屬及其合金。

鋁（熔點為2620°）和鈮（熔點為2478°C）比其他高熔點金屬具有更小的比重和更高的單位強度，這一點便構成了試圖在航空燃气渦輪製造中应用此兩種金屬及其合金的主要條件。

製造出了具有良好強度特性的鋁合金，便有足夠的根據推測：能够製造出在質量方面不次於鋁合金的鈮基合金。

在高溫條件下工作的結構材料，其主要的參數就是抗熱疲勞強度。抗熱疲勞強度決定於彈性模數、導熱性及體膨脹系數。由於導熱系數及體膨脹系數的值很小，所以鈮基和鈮基合金具有很好的抗熱疲勞性。

在大部分情況下，航空燃气渦輪零件都在腐蝕性介質中工作。在高溫條件下，所有的高熔點金屬都不能很好地抵抗氧化，例如鋁氧化膜（ $\text{MoO}_3$ ）系一種揮發性的化合物，而且在大約785°溫度時就完全變成氣態。鋁和鈮最有效的防護方法就是采用塗層，例如將實驗發動機進行30小時的試車時，鍍鎳的鋁制渦輪導向葉片能在1100°C以上的溫度下可靠地工作。目前已經製造出幾個鈮基合金的試樣，在1230°溫度下於腐蝕介質中具有令人滿意的特性。

用鋁製造零件時，應當特別注意加工過程中金屬剩餘冷作硬化的檢查。為了使鋁或以鋁為基的某種合金零件具有足夠的強度及韌性，必須使冷作硬化值相當於材料壓縮率的50~70%。欲獲得適合的冷作硬化，鋁合金零件應進行以下一系列的工序：在相應溫度下用軋制或鍛造的方法進行再結晶和使最終收縮率達到最後尺寸（在從室溫到1320°C溫度範圍時）。

鋁合金或鈮合金結構的結合問題尚存在相當大的困難。在惰性氣體下進行焊接可能於該情況下導致零件在焊接處脆裂。可以預測：鈮的脆裂問題不及鋁的脆裂問題嚴重。

與鋁相比，鈮具有較小的彈性模數，這就決定了它的某些優越性。當材料韌性同樣降低時，鈮基合金允許合金元素有較高的百分率含量，這就是說，特別是在鈮合金中，可以加入大量能決定其高的耐腐性的元素。

（鉄浪）

蘇聯快報“航空發動機製造”58.№47

## 全β晶体結構的鈦合金

由於克魯斯泊鋼鐵公司的三種新高強度鈦合金的發展，推進了鈦合金在飛機和導彈上的应用。

1. 全β鈦合金：（B-120 VCA）為了在溫度逐漸冷卻時，仍保持全β形的晶体結構，故加入相當大量β晶体的穩定元素，即鈮13%，鉻11%，和鋁4%。B-120VCA具有下列優點：

- 1) 良好的可彎曲性和成型性；
- 2) 良好的可焊性；
- 3) 無需特殊設備即可熱處理到最高強度極限；
- 4) 韌性好。溶液處理後，成型不致受影響；
- 5) 形成金屬片時，表面很平滑；
- 6) 硬度低；
- 7) 應力破斷及疲勞破斷無形迹；
- 8) 氫化公差大；
- 9) 可用黃銅焊；
- 10) 可用冷鋸。

2. C-115 AMoV：合金成分為三分鋁、一分鈮，4%的鋁。這種合金具有以下優點：

- 1) 適當的彎曲性；
- 2) 可用的延展性和高強度；
- 3) 抗蠕變性良好；
- 4) 穩定性尚好，與B-120VCA和C-105VA相比較，可焊性和成型性不太好。

3. C-105VA：含量為16分鈮、2.5鋁。其優點是：

- 1) 柔軟、有延展性，易成型；
- 2) 在高溫800°F下（等於427°C）強度較高。

缺點是時效後延性降低，時效中，在800°F時（等於427°C），蠕變率升高。

這三種合金的機械性能及高溫性能見表1~2。

三種新鈦合金的機械性能 表1

合金牌號	形狀	條件	抗拉強度 1000 磅/吋 <sup>2</sup>	屈服點（殘余 單位伸長之值 為0.2%）1000 磅/吋 <sup>2</sup>	延伸率 （2時） %	壓縮 面積 %
B-120VCA	薄片	溶液處理				
		退火	140	135	15	40
		時效	190	170	6	—
			200	180	5	—
			210	190	4	—
			220	200	3	—
C-115MOV	薄片	溶液處理	140	90	16	—
		時效	190	168	8	—

C-105VA	薄片	溶液处理	110	55	18	36
		时效	180	165	5.536	17
	棒材	溶液处理	105	30	16	30
		时效	190	182	5	17

三种钛合金经升高温度后的性能 表2

合金牌号	抗張强度 1000磅/吋 <sup>2</sup>	屈服点(残余单位 伸長之值为0.2%) 1000磅/吋 <sup>2</sup>	延伸率%
B-120VCA			36
室溫	204	190	5
200 F	190	170	5
400 F	180	150	8
600 F	175	145	9
1000 F	153	140	9
C-115MOV	175	100	10
室溫	180	165	7
400 F	145	110	7
600 F	135	100	7
800 F	120	95	9
1000 F	98	84	15
G-105VCA			
室溫	180	165	5.5
400 F	150	145	5.5
600 F	140	130	6
800 F	125	110	6

“设计工程中的材料” 58.4 (付)

## 稀有金属

本文研究了稀有金属的各种性质及其使用的可能性，现分别叙述于下：

**锆** 锆的基本性质就是它对腐蚀具有稳定性，它能成功地代替钛、钽、不锈钢等金属以及哈斯特洛依和司太立特这一类合金。锆的比重较不锈钢小，但是它们的导热性大致相同。

锆在室温下具有中等硬度，随着温度的升高，它的强度将显著降低。

锆可用于制造热交换器、活门、搅拌机、试验设备和通风机轮叶，也有可能用来制造电解质电容器、整流器和外科设备。

**铪\*** 铪按其性质与锆相近，但是这种金属较锆具有更高的熔点、高得多的同素异形过渡温度和大的比重（较锆的比重过一倍）。像锆一样，铪对许多腐蚀性液体具有极佳的抵抗性，可是在高温下会遭受空气和其他气体的作用。

\* Хафний 这一词在俄文里常用 Гафний 或 Кельтий，等于英文的 Hafnium 或 Cetylum。同为铪的意思。

——译者

**钒** 钒在热轧和退火状态下具有高的屈服极限。它的拉伸图与低碳钢的拉伸图相似。钒的比重为 0.006 公斤/公厘<sup>3</sup>，弹性模数为  $1.26 \sim 1.34 \times 10^6$  公斤/公厘<sup>2</sup>。在室温下的单位电阻系数为 24.8 微欧/公分。钒是一种不良的导电体。

**钨**（钨）钨是一种呈粉末状和颗粒状，或者呈板、带、箔、丝、棒等形状使用的金属，可以用粉末冶金方法制造。钨对于酸具有稳定性，易于成型，且能进行冷轧。它在 1200°C 温度下能保持强度不变，其比重为 0.007 公斤/公厘<sup>3</sup>。

钨对于盐酸、硝酸、硫酸及磷酸均具有稳定性。在 300°C 温度时，钨易于氧化，因此在升高的温度下使用时，应涂以防护层。

这种金属可以在 1275°C 温度的真空中加热退火。

钨可用于制造热交换器及蛇形管。用钨制成的电极，能用于电解质整流器上。呈板状的钨可用于制造电容器。

**铬** 铬在高温下能很好地抵抗氧化，它可以进行冲压、拉深、锻造和挤压等加工，同时，也可采用粉末冶金法。

铬可用于制造轴承、切削工具和冲模。

**铈** 铈难于加工，但是当采用专门的工艺方法时，也可用烧结粉末铈生产棒材、带材、薄板和线材。铈由于具有脆性不能进行热加工，但可以冷加工和在 1700°C 温度下退火。

铈的熔点高，且具有低的蒸发性和高的强度。

与钨相比，铈在室温下具有较大的韧性和抗拉强度。在持久强度方面（达 1370°），铈超过了钨、钨及钨。

这种金属可用于制造电子管及继电器与电机的接触片。（铁浪）

苏联快报“航空发动机制造” 58.47 期。

原载“Machine Design” 1958, Vol. 1.30, No. 11, P. 150

## 用显微颗粒冲击方法制取新材料

用高速显微颗粒冲击原材料的方法，可获得新的金属结合，同时可保证极高度的真空。

显微颗粒的冲击方法，在试验火箭与人造卫星防护涂层时曾被采用过。后来用这种方法获得新的合金及金属的结合，例如铝、铈的结合。欲获得这些金属的液体合金是不可能的，因为，铈的熔点为 2500°C，而铝的沸点才为 2060°C。但是，如果将铈磨碎至直径约 1 公微的细颗粒并使其以高速冲击铝阴模，则可获得航空用铝所需要的性能，而且熔点非常高。

此外以高速运行的显微颗粒冲走了剩余的空气而造成了极高度的真空。（袁）

## 鈦的多層鍍層

北美航空公司研究出一種新的鍍鈦及鈦合金的方法。

這種鍍層相當堅固並具有較高的粘着力，常供作防止加工過程的摩擦使用。此外，鍍層具有熱加工、銑焊等性能。

鍍鎳時，可採用電解或化學還原方法進行，然後鍍以銅和銀。最後鍍金以防止銀的氧化。用上述方法鍍的工業純鈦試樣在 $-73\sim 370^{\circ}\text{C}$ 下進行壓縮及拉伸時測得的疲勞強度，結果良好。在沒有很大應力的條件下，這種鍍層可有效地用於高於 $485^{\circ}\text{C}$ 的溫度。

為了獲得優質鍍層，鈦表面的準備工作是非常重要的。鍍前必須預先將薄的氧化層除掉。然後將試件沉入可保證所需粘着力的銀溶液中。

採用化學公司所製定的過程可於鈦上獲得良好的鍍層。鍍銅、銀及金時，採用一般的電鍍方法，而且鍍銅、銀及金的全部工序應儘可能快，以防止組分的混合。鍍及銅鍍層的厚度為 $25\sim 50$ 公微，銀為 $50\sim 62$ 公微，金為 $1.25$ 公微。（袁）

蘇聯快報“一般技術”58年第48期

## 絕緣材料

國外最近發表了幾種絕緣材料，牌號是明一克(Min-K)其物理及耐熱性能如下：

### 物理和耐熱性能

物理性能	Min-K	Min-K	Min-K	Min-K	Min-K
	501	502	503	504	1301
最大工作溫度 $^{\circ}\text{F}^*$	500	500	500	500	1300
公稱密度 磅/呎 <sup>2</sup>	10	12	14	16	20
平均橫向強度 磅/吋 <sup>2</sup>	4	18	30	45	75
壓縮強度 磅/吋 <sup>2</sup>					
壓縮5%	16.5	34.0	45.0	75.5	94.0
壓縮10%	32.5	67.5	99.0	180.0	200.0
殘收縮率%		可不計			1
導熱性 BTU/吋/小時 /呎 <sup>2</sup> / $^{\circ}\text{F}$					
平均 200 F	0.14	0.15	0.16	0.17	
300 F	0.15	0.16	0.17	0.18	0.20
400 F	0.16	0.17	0.18	0.19	0.21
600 F	—	—	—	—	0.23
800 F	—	—	—	—	0.25
1000 F	—	—	—	—	0.27
最小厚度,吋					
厚度公差,吋					

在溫度升高時，對於所有平均溫度，其導熱性均降低，情況見下表：

絕對壓力 水銀柱高	同高度 呎	導熱性降低 BTU/吋/小時/呎 <sup>2</sup> /F
350	20000	0.03
150	40000	0.06
56	60000	0.07

\* 在導彈上應用時，可超過正常溫度的限制(付)

航空工程”58年11月P. 352.

## 環氧樹脂膠合劑的低溫強變

國家標準局波特爾試驗室經多次研究證明，環氧樹脂膠合劑在 $-253^{\circ}\text{C}$ 下仍具有良好的強度。目前含有氧化鋁或石棉填料並填加以硬化劑(二乙基氨基丙基胺)的液態環氧樹脂，已獲得應用。

在 $270^{\circ}\text{C}$ 下澆注樹脂塊的缺口衝擊韌性以及在一 $197^{\circ}\text{C}$ 下的衝擊韌性均很低。脹縮率在 $-197^{\circ}\text{C}$ 和 $27^{\circ}\text{C}$ 之間約為無填料環氧樹脂的 $2/1$ ，而為銅的一倍。

在使用環氧樹脂膠合的圓鋼棒進行拉伸試驗時，如溫度很低，則膠合劑中間產生裂紋，如溫度較高，則分界面產生膠質銅。作剪切試驗時在材料的分界面上經常出現分離，這也就是說，全部的膠合劑都堆在一面，有時也從金屬的表面上逸出少量的銅微粒。

抗拉強度在室溫至 $-253^{\circ}\text{C}$ 之間幾乎相同；抗剪強度在室溫至 $-197^{\circ}\text{C}$ 之間有顯著的降低，並且當溫度達到 $-253^{\circ}\text{C}$ 以後幾乎保持不變，在一 $197^{\circ}\text{C}$ 和室溫之間的反復迅速的溫度變化，使室溫測定的抗剪強度降低至 $-197^{\circ}\text{C}$ 時的指標，而對抗拉強度的影響則非常小。加熱至硬化溫度 $95^{\circ}\text{C}$ 時，抗拉強度和抗剪強度都隨之有所降低，而且加熱至 $125^{\circ}\text{C}$ 時，降低得更多。當膠合劑的層厚在 $0.25\sim 0.75$ 公厘範圍以內時，無顯著的影響。

“塑料”1958.12

## 用作金屬成型件潤滑劑的珐琅

在航空工業中，當溫度超過 $260^{\circ}\text{C}$ 時，就要求使用高強度重量比的合金，如各種新型鈦合金。但在室溫下，它們的屈服點高，而且屈服點和斷裂極限之間的距離很小，所以，這些合金在無切口成型時，就遇到了很大的困難。當溫度在 $430^{\circ}$ 和 $760^{\circ}$ 之間時，它們的屈服點是較低的，而且屈服點和斷裂極限之間的距離也增大了。這時可獲得令人滿意的變形。然而一般的潤滑劑在這種情況下不能適用，並且會產生合金、陰模及鍛模的嚴重磨損；同時塗敷二硫化銅薄膜也不能防止上述現象。到 $430^{\circ}\text{C}$ 時開口的鍛模可用膠質石墨，但鍛造合金制成的鍛模與石墨粘接不太牢。

为了应用熔融状态的低熔点玻璃，作高温条件下无切口成型的潤滑剂，曾进行了下述的試驗：将含鉛 5% 和含鉛 2.5% 的鈦合金，在一个可加热的直径为 6 吋的半球体鍛模中，以深冲方法使其进行变形。将 30 多种不同类型的釉，鉛珐琅，軟玻璃等进行珐琅成分的初步試驗，如用分散法将其試驗加热至 430~450°C 后进行澆注，确定它們是否能溶合成一个平滑的塗層，然后是否还能用同样的酸洗法再度除掉。試驗的結果証明，玻璃不符合要求，因其在上述温度范围内过硬。而其它大多数材料则能用濃度为 20% 的硝酸清除掉。对此，鈦合金表現稳定。温度范围在 430~530°C 左右时，含有一定数量鉛的珐琅最为适用。一般来講，混合物的成分愈多，則应用的温度范围也就愈大。对于 530°C 以上的潤滑剂，不再使用上述方法进行試驗。而在 650~800°C 范围内使用的潤滑剂則須按其粘滯度加以精选，这些潤滑剂在落錘鍛造时的使用过程中效果極其良好。潤滑剂通常是用来防止磨損和生成氧化皮的，而后者尤为重要。因为在 650°C 以上的温度下成型的鈦合金零件，其氧化皮的清除是个很大的困难，然而又十分重要。

珐琅的脫落問題可在加工后通过在珐琅中添加某些减少其酸性强度的物質而較容易的获得解决，現存的問題，也是有希望可以解决的問題則仍然是热鍛模的制造問題。

上述方法对其他与鈦具有相近性能以及在高温下产生变形的无切口金屬（如鋁）所制成型件也适用。（白）

“潤滑技术” 1958, 4 期 192 頁

### 玻璃纖維补强的塑料制品

1958 年汗諾威工业博覽会上展出了許多塑料制品，其中有旅客飞机和滑翔机的安定翼，升降舵的翼梢及其降落装置的外套。这些部件均系由玻璃纖維塑料制成。这些零件同样在偵察机上亦有所应用。

此外，还展出了一种防护  $\gamma$  射綫用的材料，其由防“热幅射”的玻璃絲布所构成的，其中有一絕热層（Moltoprenschrift）以便防热，而“硼 10”（Bor 10）用以防  $\gamma$  射綫。（白）

“塑料”杂志 1958.7 308 頁

## 太氟隆（Teflon）100X

除一般的太氟隆（聚四氟乙烯）外，杜邦最近又研究成功一种“太氟隆 100X”，它与一般的热塑塑料相似，可以加工。1959 年初預計进行大量的試驗。它的热稳定性比現有的太氟隆稍低些。在 285~295° 时軟化，它的最高使用温度是：如无机机械載荷，为 260°；如有机械載荷，則为 205°。高于 205° 时，太氟隆 100X 无不良影响的气体产生，而太氟隆此时則出現裂化产物并有其不良影响，因此必須排出。

太氟隆 100X 能加工成薄膜、軟管、外罩、蜂窝体等。它主要用于化学仪器制造、飞机制造以及电子学中。其电气性能基本上与太氟隆相同，風化强度与化学藥品稳定性达 205°。在普通机械上其使用温度为 380~400°。（白）

“塑料” 1958.7.305 頁

## 固体火箭燃料

在火藥火箭發动机固体燃料的生产中，成功地采用了含氧的聚合物。通用噴气航空公司建議了一种以高氯酸銨——地瀝青为基的火箭燃料。根据瑞士的專利介紹，燃料可按照含氧物質——热熔塑料制造，其中放出氧气的物質（如  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ）与加热时軟化的材料（树脂、瀝青、橡胶、聚乙烯化合物及纖維素等）形成組合物，这些粘料能避免气体杂质与髮裂。气体杂质与髮裂会妨碍發动机在燃燒时的工作和导致爆炸。添加塑料便能調整固体燃料的燃燒速度。

为了使大粒度的无烟混合剂达到均匀的燃燒，可在火藥的顆粒上作一外皮。外皮系由氯化橡胶、增塑剂、不揮發的顏料（ $\text{ZnO}$ 、 $\text{MnCO}_3$ 、 $\text{Ni C}_2\text{O}_4$ ）組成，然后将藥粒与經干性油改質的醇酸树脂及苯二甲酸树脂混合。同时，也可以使用脲-甲醛树脂、聚苯乙烯-丙烯酸酯树脂和以纖維素酯为基的树脂作为粘合剂。

橡胶廢料与碳黑的混合物是一种良好的火箭燃料。

Pacific Rocket Society 公司曾对液态氧和鑄造用多聚硫化物进行了研究。

通用电气公司在过氧化氢和多聚乙炔压制杆的研究方面已取得了成績。（鉄浪）

苏联快报“航空發动机制造”，58. №47