

葉甫蓋尼·尼可拉耶維奇·卡布洛夫 (Е. Н. Каблов)

俄羅斯聯邦國立科學中心

全俄航空材料研究院<sup>1</sup>

俄羅斯聯邦國有獨資企業總經理

## 材料——乃萬事之基石

放眼國內外，葉甫蓋尼·尼可拉耶維奇·卡布洛夫教授是知名的重要學者與專家，在科學史上有輝煌成就，榮獲最高院士頭銜，對於材料學、原子能及航太化工之先導領域發展具有卓越貢獻。除科學、教育活動之外，卡布洛夫教授也積極參與政治及公眾事務。卡布洛夫教授是政府年鑑編輯委員會成員。以下為卡布洛夫教授於本次專訪中，論述俄國材料學之形成史。

**葉甫蓋尼·尼可拉耶維奇，總體而言，您如何評價材料學領域對現代經濟的重要性？**

材料——乃萬事之基石。無疑地，多數專家學者都會同意這點。因此各階段的文明發展皆以該時期所運用的材料加以命名。我們都清楚知道歷史上有青銅時代、鐵器時代。沒有新的材料，便難以創造進入下一個技術結構的轉變條件。許多偉大的工程師與學者致力實現的理想，並非於現階段創造材料，而是將自己的想法落實於實際結構中。

材料的性質與等級，在相當程度上取決於成品結構的穩定度與安全性。舉例來說：李奧納多·達文西<sup>2</sup>這位偉大的學者、思想家與藝術家，曾經研究並繪製設計圖，嘗試製造直升機。但他未能實現這個構想，因為當時缺乏高強度強化材。

我們總是與兩者奮鬥，即如何製造動力裝置，使不同航空器能夠升空，還有如何減輕航空器的重量，提升其負載效能。因此達文西了解到，他不能使用傳統材料，必須製造全新材料。他的名言：「無所不知者往往無所不能。唯有理解——未來才能展翅飛翔！」非常精準地闡述不同世紀以來眾多學者的目標。試圖獲取知識——這是每位研究者的主要目標。現代之所以能夠有效運用知識創造高價值產能，應歸功於眾多專業者的知識組織系統。

**材料學領域今日發展狀況為何？**

現今全世界正轉向嶄新的、第六時代<sup>3</sup>的技術結構。不久的將來，人們有能

---

<sup>1</sup> 全俄航空材料研究院 (Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, 縮寫: ВИАМ) 成立於西元一九三二年，為俄羅斯國家級科學研究機構，主要活動包括：航空航天材料和基礎原料研究、新材料之研究與測試、航空發動機、航空器和航空儀錶生產工藝研究等。

<sup>2</sup> 李奧納多·達文西 (Leonardo da Vinci, 1452-1519)，為義大利文藝復興時期的畫家、雕刻家、建築師、音樂家、數學家、工程師、發明家、解剖學家、地質學家、作家等。

<sup>3</sup> 古希臘詩人赫西俄德 (Hesiod, 約公元前八世紀) 於其長詩《工作與時日》(Works and Days, 約公元前七世紀) 將人類世紀劃分為五種：黃金時代、白銀時代、青銅時代、英雄時代、黑鐵時代。

力創造出人工智慧，此舉將從根本上改變人類的管理體系與世界整體的運行邏輯。我們也應當積極參與這個過程，因為材料（奈米材料、特殊性質的材料）扮演著關鍵的領導角色。國內外許多企業，都嘗試研究未來十年的發展戰略。為了建構發展戰略，可以肯定的是，就我國總體情形，應該要提出一個精確、思慮周密的科學技術預測，其中也包括了材料學。

對高度發展的工業國家而言，研發新材料為優先任務。基本上，缺乏新材料便無從實現奠定我國主要企業發展策略的理想。如俄羅斯聯邦航天局<sup>4</sup>、國有原子能企業<sup>5</sup>、國有高科技國防電子企業<sup>6</sup>、開放型股份<sup>7</sup>聯合造船公司、開放型股份聯合航空製造公司、開放型股份俄羅斯直升機公司。當然，為了創新，我們應當了解各領域的前瞻性。

### 在未來二十到三十年間，哪些材料工程具有主導優勢？

欲精準預測，說起來十分複雜，但能夠確定的是未來先導發明的走向。航空材料研究院針對俄羅斯與外國的材料工程學進行趨勢分析，我們詳細分析至西元二〇三〇年止，材料工程發展之戰略走向。學習外國工業發展之趨勢還有戰略，於大型企業生產製造。國外僅有近十年的材料工程發展戰略走向，而我們已建立了十八年計畫。

未來，材料將具有智能結構，是智能材料、超穎材料（metamaterial）。複合材料的用途將更加廣泛。

我們必須創造出可以抵擋腐蝕、紫外線輻射及氣候影響的整合防禦系統（MetaDefence system），這些系統可多方測定資源結構的穩定性。每年全世界的精密科技系統因氣候影響（腐蝕、老化、生物破壞）造成的損失高達二點二兆美元。美國有系統地針對腐蝕造成的損耗進行統計，二〇一二年得出損失為四千六百八十億美元。俄羅斯聯邦仍未針對這個項目進行統計。不久前已通過決議創立國家網絡氣候監測中心，為的是開始系統化研究俄羅斯聯邦管轄領土內的七個氣候區。最後提出的建議是，為了防護重要的科技系統，從天然氣等各種管線到錯綜複雜的橋樑道路，皆為防護要點，才能排除其他破壞系統的可能性，判定氣候影響為損耗之固定因素。

### 能否這麼說，因為先有技術，而後才有新材料的誕生？

我舉一個實例，即材料扮演的要角。如果上一個世紀，英國學者威廉·格里

---

<sup>4</sup> 俄羅斯航天局（Роскосмос）成立於西元一九九二年，前身為俄羅斯航空暨太空局（Российское авиационно-космическое агентство），是俄羅斯主理太空科學與各項太空研究的聯邦政府機構，並承繼前蘇聯的太空計畫。

<sup>5</sup> 國有原子能企業（Росатом）於西元二〇〇七年成立，總部位於莫斯科，掌管俄國核能產業，也是全世界最具規模的核能企業之一。

<sup>6</sup> 國有高科技國防電子企業（Ростех）於西元二〇〇七年成立，主要製造高科技國防產品。

<sup>7</sup> 開放型股份有限公司（Открытое акционерное общество，縮寫：ОАО），為蘇聯時期創建的股份公司結構，特色為股東人數沒有限制、股份可自由轉讓。

菲斯沒有發明鎳鉻合金-80 (Nimonic-80)<sup>8</sup>，今天就不可能發明用於戰鬥機與民航機的渦輪發動機及噴射式發動機。

很久以前人類就知道如何製造渦輪發動機。莫斯科高等技術學校<sup>9</sup>的烏瓦洛夫教授<sup>10</sup>在當時就提出了十分有趣的發動機結構。然而，由於缺乏能夠耐受近攝氏一千度高溫的材料，因此無人能夠製造這種發動機。當所需的合金材料出現，人們立刻製造出第一具渦輪發動機。今日這些發動機仍是主要的動力裝置，不僅用於航空器，也適用於造船業、動力工程、高功率柴油機車。蘇聯時期一種最精良的坦克便裝有渦輪發動機。

舉第二個例子。我們蘇聯學者一項舉世無雙的成就——發明可重複使用的太空發射系統（能源號火箭（Энергия）<sup>11</sup>—暴風雪號太空梭（Буран）<sup>12</sup>）。如今是二〇一三年，我們將舉行太空發射系統計劃<sup>13</sup>二十五周年慶，並於此時展現祖國所有科學成就。太空發射系統計劃的總工程師為科學院院士格魯什科<sup>14</sup>，而暴風雪號太空梭——為航太工程師洛吉諾-洛金斯基<sup>15</sup>研發。負責監督計畫的政府領導人為蘇聯通用機械工業部<sup>16</sup>部長巴克拉諾夫（О. Д. Бакланов）。

暴風雪號太空梭計劃是蘇聯一項大型宇宙火箭計畫，共一千兩百零六家企業實際參與其中，涵蓋蘇聯所有工業領域。努力推動這項計畫的要角為全俄航空材料研究院的學者。本院特別劃分出一項工作，為的是深入研究熱流絕緣體，用於發動機、火箭各節燃料室外殼與暴風雪號外層之隔熱防護。暴風雪號太空梭計劃最複雜的任務即為——發明隔熱片。我們的材料有百分之九十為氣體組成，太空梭發射進入大氣層時，最重要的保障是防護設備與機身免於超高溫及高速氣流影響。只要發明隔熱片，就能成功製造太空梭。

隔熱片的實際成分為氧化矽中空纖維，品質較美國太空梭隔熱片精良多了。無怪乎設計完成後，法國總統密特朗<sup>17</sup>詢問戈巴契夫（М. С. Горбачев）能否出售這項工程技術，因為法國人與歐洲人都想自行製造可重複使用的太空梭「赫密士號」（Hermes）。這項技術並未出售。很可惜，研究成果未能有效運用於其他民生領域。

<sup>8</sup> 威廉·格里菲斯（W. T. Griffiths, 生卒年不詳），於西元一九四二年發明鎳鉻合金-80。

<sup>9</sup> 莫斯科高等技術學校（Московское высшее техническое училище）於西元一八三〇年成立，為俄國第一所技術大學。現名為國立莫斯科鮑曼科技大學（Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, 縮寫：МГТУ）。

<sup>10</sup> 烏瓦洛夫（В. В. Уваров, 1899-1977）為蘇聯時期熱力工程學家，曾製造蘇聯第一具渦輪試驗機（1934）與渦輪發動機（1938-1940）。

<sup>11</sup> 能源號火箭為蘇聯研製的重型運載火箭，用以推動暴風雪號太空梭。蘇聯解體後停止生產。

<sup>12</sup> 暴風雪號於西元一九八八年十一月十五日首次發射升空，花兩百零六分鐘繞地球兩周後返回地面。

<sup>13</sup> 即暴風雪號太空梭計劃。此計劃始於西元一九七四年，至一九九三年因經費不足告終。

<sup>14</sup> 格魯什科（В. П. Глушко, 1908-1989）為蘇聯時期工程師與火箭專家。

<sup>15</sup> 洛吉諾-洛金斯基（Г. Е. Лозино-Лозинский, 1909-2001）為蘇聯時期航太科技專家。

<sup>16</sup> 蘇聯通用機械工業部（Министерство общего машиностроения СССР）於西元一九六五年成立，負責監督蘇聯時期有關太空探索的所有問題。蘇聯解體後，此部門歸入俄羅斯航天局。

<sup>17</sup> 法蘭索瓦·密特朗（François Mitterrand, 1916-1996），法國左翼政治家，曾任法國社會黨第一書記和法國總統。

暴風雪號於西元一九八八年十一月進行試飛，今為二十五周年。全俄航空材料研究院和「生命科學基金會」聯合出版專書《暴風雪的裝甲》。我們在書中描述許多有趣的細節及精密的隔熱結構製造過程中一些特殊片段，包含柔韌的隔熱材與形狀特殊的縫隙，隔熱片經裝配形成空隙，以此排除電漿流動現象。感謝俄羅斯科學院<sup>18</sup>、科學研究中心<sup>19</sup>、設計局<sup>20</sup>與諸多工廠的協力合作，讓我們成功完成這項複雜的材料工程學任務。

俄羅斯科學院那段時期的重要研究成果為科技團隊頂尖部門所運用，如一些大型應用研究所：全俄航空材料研究院、克雷洛夫國家科學中心<sup>21</sup>、中央精密機械工業科學研究所<sup>22</sup>、茹可夫斯基中央空氣流體力學研究所等<sup>23</sup>。

### 那麼今日材料學領域有什麼發展呢？

今日我們同樣在尋找有趣的解決方案，我們共同的工作進程為製造獨有材料，供新型渦輪發動機 PD-14 使用。這是最現代化的民航用渦輪發動機，製造者為工程設計師伊諾澤姆切夫（А. А. Иноземцев）。發動機 PD-14——事實上是近二十年來，我們的學者與工程設計師在航空工業發展上最重大的一項成就。

二〇〇八年，俄國總統普丁（В. В. Путин）認為有必要支持並投入民航設備發展計畫。計畫方向為製造材料及研發新型發動機 PD-14。研究成果全數應用於中短程客機 MS-21。我們分配到特定資源，最後只花了兩年便製造出氣體產生器（Gas generator），並成功通過測試。設計上，我們採用了全俄航空材料研究院、巴拉諾夫中央航空發動機研究所<sup>24</sup>及伊諾澤姆切夫航空發動機設計部的研究成果。通過測試後，便全力研發發動機，無論在推力、廢氣排放與噪音控制方面，皆不亞於外國的頂尖樣品。總工程師亞歷山大·伊諾澤姆切夫的成果獲得極高評價，並受到俄國國家總理梅德維傑夫（Д. А. Медведев）、副總理兼軍事工業委員會領導人羅戈津（Д. О. Рогозин）與工商部部长曼圖洛夫（Д. В. Мантуров）的支持。

<sup>18</sup> 俄羅斯科學院（Российская академия наук，縮寫：РАН）為俄國最重要的國家學術機構，位於莫斯科。

<sup>19</sup> 科學研究中心（Научно-исследовательский институт，縮寫：НИИ）為獨立從事科學研究之機構。

<sup>20</sup> 設計局（Конструкторское бюро，縮寫：КБ）主要工作為研究蘇聯時期各組織機構發明的技術工程與研究成果。

<sup>21</sup> 克雷洛夫國家科學中心（Центральный научно-исследовательский институт имени академика А.Н. Крылова）成立於西元一八九四年，主要從事船舶設計及水動力學研究和實驗。

<sup>22</sup> 中央精密機械工業科學研究所（Центральный научно-исследовательский институт машиностроения，縮寫：ЦНИИмаш）成立於西元一九四六年，主要研究開發彈道飛彈、防空飛彈等軍備。

<sup>23</sup> 茹可夫斯基中央空氣流體力學研究所（Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского，縮寫：ЦАГИ）成立於西元一九一八年，主要從事航空器設計、航空器空氣動力學和結構強度方面的相關應用及流體力學研究等。

<sup>24</sup> 巴拉諾夫中央航空發動機研究所（Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова，縮寫：ЦИАМ）成立於西元一九三〇年，主要從事航空發動機研究，為俄羅斯最大的航空研究機構之一，同時也是歐洲最大的航空發動機試驗中心，能在接近真實飛行條件下對航空發動機及其部件、系統等進行測試研究。

您認為，研究材料學的專家與學者應當具備何種學養？全俄航空材料研究院的所有學者想必在許多學科領域方面都擁有淵博的學識囉？

當然，材料學和許多學術領域都有相關發展。您提了一個好問題：「要成為材料學家，在物理、化學、數學方面都必須擁有相當豐富的基礎學識。」這也是兩位工程學家——圖波列夫<sup>25</sup>與恰佩里金<sup>26</sup>所提出的主張，新創一個研究所專門研究材料。他們了解到，發展國家航太科技，新材料（具備高耐度、高強度和低密度）的發明基本上不可或缺。因此，航空材料應當具有高度穩定性。大氣層的破壞力與地表完全不同。當然，這些材料也能用於火車與汽車製造業，並不限於航空業。

今年例行的《材料測試——2013》（*ТестМат-2013*）<sup>27</sup>學術研討會，用以紀念西多林教授<sup>28</sup>一百二十五歲冥誕——他是祖國材料學的創始者。西多林與阿基莫夫<sup>29</sup>這兩位學者——都向國家領導者提出建議，必須創立航空材料研究院。政府採納了這項建議，於是在西元一九三二年六月二十八日成立了全俄航空材料研究院。

應該提及一點，在二十世紀三〇年代發明航太科技之最大功臣當屬德國的工程師與學者。德國在西元一九二八年已成立航空材料研究院，主要研發用以製造滑翔機與發動機外殼之材料。順帶提醒，第一架金屬飛機同樣為德國製造，工程師為大名鼎鼎的容克斯<sup>30</sup>，他採用鋼作為材料。但機身過於笨重，無法有效長途飛行。無怪乎德軍稱之為「鐵驢」。必須改用其他材料製造飛機。

莫札依斯基<sup>31</sup>曾自行製造飛機，他首先蒐集木板組裝航空器。但現實指出，用木板製作機翼是錯誤的選擇。當莫札依斯基嘗試完成首次飛行，機翼斷了，無法升空。

德國化學家威爾姆<sup>32</sup>發現加入銅、鋅、鎂的鋁合金具自然氧化之效。由於純鋁本身強度不夠，此一發現自然使人類得以製造用於航空器結構的材料。而人工氧化合金使人類能夠煉造出具有極低密度與超高耐度之材料。高耐度材料使工程師造出穩定的機體結構。

意外發現常開啟通往未知之門，這是科學界常有的現象。威廉·格里菲斯研發出耐高溫合金。他致力研發加熱器，將鎳與鉻混合——研製出鎳鉻合金。他有一些金屬條，從中偶然發現鋁與鈦，當格里菲斯開始分析合金，他發現這些成分

<sup>25</sup> 圖波列夫（А. Н. Туполев, 1888-1972）蘇聯時期的飛機設計師，曾設計世界上第一架雙引擎金屬轟炸機：圖波列夫 TB-1。

<sup>26</sup> 恰佩里金（С. А. Чаплыгин, 1869-1942）帝俄與蘇聯時期的數學家、力學專家。

<sup>27</sup> 為全俄航空材料研究院於西元二〇一三年十二月出版的學術研討會論文集。

<sup>28</sup> 西多林（И. И. Сидорин, 1888-1982）蘇聯時期金屬學家，也是俄國航空材料學創始者。

<sup>29</sup> 阿基莫夫（Г. В. Акимов, 1901-1953）蘇聯時期金屬學家，也是當時金屬腐蝕科學的創始者。

<sup>30</sup> 容克斯（Hugo Junkers, 1859-1935）德國工程師、發明家及容克斯飛機與發動機製造廠之創辦者。曾設計出史上首架全金屬打造機身之飛機：容克斯 J-1。

<sup>31</sup> 莫札依斯基（А.Ф. Можайский, 1825-1890）帝俄時期海軍少將，也是俄國飛機製造的先驅。

<sup>32</sup> 威爾姆（Alfred Wilm, 1869-1937）德國金屬學家，於西元一九〇六年開發硬鋁，當時又稱杜拉鋁（duralumin）。

大幅提升合金的耐溫性。自此之後，學者開始有系統地朝這方向進行研究，並知曉混合了鎳、鉻、鈦、鋁及鉬之合金會產生不同特性。

結構在許多方面決定了材料性質，不同的加工階段：變形、加熱、冷卻及不同的結晶法等，都是結構形成的原因。要知道不同的結構加工機器、工具，都可能得出不同的材料性質。

回到我國科學史。之前提到航空工程師圖波列夫，他了解在高速飛行下，必須確保俄國飛機結構的穩定性。他提議創立一個小組專門研究與製造金屬飛機。該小組在西元一九二二年成立，由圖波列夫本人主持，他的繼任者為西多林。多虧這些專家的研究成果，我國才能製造鋁合金產品，直到今天，D16 鋁合金仍用於製造飛機。

### 當時還有哪些材料認為適用於製造飛機？

俄羅斯擁有廣袤森林，儘管研發出 D16 鋁合金，學者仍持續投入研究，以期將木材用於航空製造業。全俄航空材料研究院有一個規模很大的航空木材研究組，從擁有廣闊森林的遠東及西伯利亞地區挑選木材。該組專門研究按長度旋切原木，依次將木板黏合，確保材料性質同樣穩固。

然而當時我國的鋁及鋁合金嚴重短缺。當戰爭開打，其中一項合約條件即為供應鋁。儘管我們提供了大量金屬，但鋁的數量遠不及飛機的巨大產量。雖然如此，仍須維持飛機的巨大產能。這個問題的特殊解決方法對材料學領域也大有助益。本研究院的阿弗拉辛教授<sup>33</sup>在西元一九三九年發明了第一個複合材料，稱之為——三明治板<sup>34</sup>。

三明治板的材料為卡累利阿<sup>35</sup>樺木板，切割成不同角度，用酚醛膠黏合，經高溫加壓，最後造出這個獨一無二的材料，十分堅硬且具高強度。最重要的一點——它不是易燃性材料。有關大量生產三明治板之方案，並用此材料製造飛機的重要細節內容，直到今日全俄航空材料研究院仍按工程合約進行生產。現今，三明治板是最高級優質的材料，用於製造快艇、輕型飛機與風力發電領域。

今日關於複合材料能談的部分很多。俄國總統普丁視其為首要主題，支持高分子複合材料的應用與發展。我想提到這點，只是要感謝總統的支持，使航太領域得以有效發揮所長，許多在蘇聯解體後消失的材料成分，能夠重新恢復生產。

全俄航空材料研究院——是一所層級廣泛的研究院，材料學研究領域涵蓋大量科學學門，從纖維、塗漆、染料、黏合劑到完工的高強度鋼材、耐高溫合金及高分子複合材料，皆囊括其中。

### 您能否詳細說明複合材料的研究成果及應用？

---

<sup>33</sup> 阿弗拉辛（Я. Д. Аврасин, 1905-1994）俄國學者，也是航太工程複合材料三板與玻璃纖維的研發者。

<sup>34</sup> 又稱為夾板或膠合板。

<sup>35</sup> 卡累利阿（Karelia）位於俄羅斯西北部，接近芬蘭。卡累利阿境內森林資源豐富，於一、二次世界大戰期間，木材加工業蓬勃發展。今為俄羅斯聯邦的一個自治共和國。

我國的高分子複合材料發明史很有趣。在六〇年代末，由全俄航空材料研究院主動發起，寫了一份公文報告交給蘇聯部長會議主席團<sup>36</sup>主持之軍事工業委員會。在這份報告書中，全俄航空材料研究院院長圖曼諾夫少將<sup>37</sup>，呼請委員會必須將注意力轉向研發航太科技、火箭及其它廣泛應用高分子複合材料之產業。

軍事工業委員會經會議審理研究，採納圖曼諾夫的建議，決議在兩年內研發出複合材料。為回應這項決策，我國成立了五所複合材料研發科學中心。前面提及的許多工程師，包括圖波列夫與伊留申<sup>38</sup>都聲稱：「他們決不會用破布製造飛機。」他們不相信，以特定方式浸泡、抽絲製成的纖維，經高溫作用與高壓加工之後，會擁有穩定的機械強度。

工程師奧列格·康斯坦丁諾維奇·安東諾夫<sup>39</sup>支持這個構想，並積極用於自己的飛機結構中。他應用於設計中的高分子複合材料之體積超越世上所有飛機。在運輸機安-124 (An-124)<sup>40</sup>及安-225 (An-225)<sup>41</sup>中所運用的高分子材料體積達到百分之二十八。到了七〇年代末，我們運用相同的材料製造飛機結構，類似於西方展示的空中巴士 A380<sup>42</sup>。

蘇聯解體之際，我國在高分子複合材料的應用規模方面，與美國、日本不相上下。到蘇聯解體後，所有研究暫時中止，我們落後了。與此同時，美國及日本的技術發展超前了二十年。

俄國總統普丁在二〇〇八年訪問全俄航空材料研究院後，提出了一項任務，必須研發新一代高分子複合材料。

我們創造了新型高彈性形變分子鏈，但其中的破壞因素還包括填充劑。必須用基材阻隔填充劑侵入「纖維——基材」表層。這個分子鏈與國外的不同，經高溫與溶液析出作用後，還能保留高達百分之八十五的特性（通常會下降到百分之六十）。

### 材料之研究往往著重實際結構，擁有精密的穩固性，是否確實如此？

在我國戰略中，新材料的研究原則——材料、技術、結構三者密不可分。無法單獨作用。當材料與裝置設計的研究成果加工改造為產品時，必須顧及產品的

<sup>36</sup> 蘇聯部長會議 (Президиум Совета Министров СССР)，西元一九四六年至一九九〇年間，為蘇聯最高國家行政機關，也是蘇聯政府的一部分。部長會議的主席團為蘇聯政府的集體決策者。

<sup>37</sup> 圖曼諾夫 (А. Т. Туманов, 1909-1976) 蘇聯時期學者，材料學與合金研究領域方面的專家。

<sup>38</sup> 伊留申 (С. В. Ильюшин, 1894-1977) 蘇聯著名飛機設計師，也是伊留申設計局的創始人。

<sup>39</sup> 安東諾夫 (О. К. Антонов, 1906-1984) 蘇聯飛機設計師，安東諾夫設計局首任領導人。安東諾夫設計了一系列飛機及滑翔機，涵蓋民用飛機與軍用飛機。

<sup>40</sup> 安-124 為蘇聯的安托諾夫設計局研製的遠程戰略運輸機，主要用於運輸坦克及戰機。安-124 於西元一九八二年首飛，當時為全世界最大的飛機。

<sup>41</sup> 安-225 的設計概念源於安-124，為因應蘇聯暴風雪號太空梭計畫所研發的超大型軍用運輸機，重量超過六百噸，也是迄今為止，全世界承載重量最大的運輸機與飛機。該機在西元一九八八年十二月二十一日首度試飛。

<sup>42</sup> A380 為法國空中巴士公司研發的雙層四發動機巨型客機，是全球載客量最高的客機。該機在西元二〇〇五年四月二十七日首次試飛。

結構特性。這項特點原則上將全俄航空材料研究院的材料學研究途徑導向新材料之研發，好比我們現實生活中運用的資訊科技之完整生命週期：材料研發—結構開發—資材診斷、維修、延長保固—廢物回收利用。

我們廣泛應用俄羅斯科學院的重要研究成果——綠色科技，致力降低對周遭環境的影響。對我們而言，俄羅斯科學院——是最富重要意義的科學夥伴。在俄國，要進行重大鑑定、國家計畫或科技預測發展——俄羅斯科學院是最重要的研究院。當然，我們應該保持這項傳統與流派。不可能憑空創造出比這更新更好的機構了。唯有實作經歷，才能產生這種專業團隊。

我們的功勞在於保存研究院。十六年前，研究院破產了。工作無法繼續，積欠了半年工資。儘管我們已經破產，仍獲得重組研究院與解除債務的可能性。然而編制內的兩千四百名員工，平均年齡超過六十歲，必須積極招收年輕人。要求新設備、換取工作與應得的薪水。這些我們都成功辦到了。當中有許多來自政府的支持。

我們明白自己應當積極研究，找尋研究成果可應用之處。今日我們一千八百人的編制團隊中，有八百位同事的年齡在三十五歲以內。整體平均年齡為四十四歲。我們開始廣泛招收年輕人，建立合適的研究室與專業的教學計畫：我們組織研究院的教師，為的是讓先驅學者將自己的知識與經驗傳授給年輕的專家。

儘管我們有系統地推動這件事，但關鍵在於年輕學者是否意識到，研究院需要他們的工作、他們辛勤換來的成果。缺乏對傳統與歷史的尊重，將無法達成這點。研究院定期舉辦科技學術研討會，專供我們的學者參與，如今年二月的西多林一百二十五歲冥誕紀念學術研討會，九月也有一場科學院士弗里德良德<sup>43</sup>百歲冥誕紀念學術研討會，還有其他全俄航空材料研究院學者的紀念研討會等，皆為航空材料學發展帶來巨大貢獻。

### **如何將改良發展之材料工程應用於實際戰略方向？全俄航空材料研究院還有其它研究工作嗎？與高等院校間的互動關係如何？**

如先前所述，我們的戰略研究涵括十八個面向：智能分子結構、高適應性智能材料與疊層、形狀記憶材料、高分子複合材料、耐高溫陶瓷纖維、仿陶瓷隔熱材等。我們的研究工作在不同程度上將所有面向應用於現實生活中。嚴格遵循研究院至二〇三〇年的戰略發展規劃及未來五年計畫，還有研究院發展之工作綱領。

我們獲得極大利潤——一年三十億盧布。首先，我們得到這筆收入是因為我們申請智慧財產權，作為財務周轉金。這筆利潤主要花在購買特殊工程檢驗裝置與研究院所需的新型技術設備上。

俄國總統普丁在任內支持我們創立小規模生產部門的構想。有一些固定的基礎成分與材料，尚未於工業領域生產，然而缺少這些東西無法製造材料與半成品，而這些材料對生產火箭、飛機、發動機與其他工程等卻是必要的。當然，大型企

---

<sup>43</sup> 弗里德良德 (I. N. Fridlyander, 1913-2009)，俄國金屬學家，也是圖波列夫的戰友。

業常購買某些資產，為求獲利一年生產兩到三噸的需求產品，卻宣稱無利可圖。俄國總統支持我們的構想，實行設備更新與創立現代化小規模生產部門之政策，全奠基於研究院學者之工作基礎。全俄航空材料研究院組織了十九個尖端技術密集生產部門，裝配最現代化的設備，以便生產超過一百五十五種材料與半成品，保障國防工業需求。

無論在科技工作和研究員培訓方面，我們都積極與國家研究型大學及高等院校合作。我舉一例，我們與國立莫斯科鮑曼科技大學簽署合作協議，高年級學生可以來全俄航空材料研究院的生產部門實習，並獲得結業證明與學位證書。

我們將這些學生編入全俄航空材料研究院體制內，允許他們操作特殊設備。如此一來，我們發現，這些學生都是未來的專業學者，而他們自己也理解到，研究院需要他們的工作。這樣的工作制度給予學生未來成為專業學者的可能性。要知道除了研讀教科書與電腦工作之外，學生應該知道內部情況，耐高溫合金如何冶煉、形變、焊接。他們必須自行計算這個程序中的工程參數，並知道應該得出什麼樣的結果。之後再用現代化的研究設備檢驗計算結果。將兩者進行對照，看學生有多準確、多深入地研究這個工程的程序。

同時，在學生的學術知識方面，我們提出決議，透過國立莫斯科鮑曼科技大學研究所，傳授高等技術人員知識。學位論文題目由雙方學者共同訂立，並以全俄航空材料研究院執行的決策任務為研究方向。研究生進入全俄航空材料研究院工作，獲得薪水給付，還有大約七千盧布的獎學金。一周兩天學生在研究室讀書，其他日子則是工作。這樣的制度顯示有極高成效。

### **全俄航空材料研究院的國際合作事務實行的成效如何？全球化對研究院的工作有哪些影響？**

在金融危機的頭幾年，約當一九九八年到二〇〇〇年間，主要訂單都來自國外。現在我們執行的工作大部分都是為了本國工業。不過任何一種交流合作都必須是互惠關係。我們能夠吸引國外訂單就是因為俄羅斯擁有廣大市場。外國公司必須保證，我們合作製造的產品將合乎世界標準。我不能同意，當我們提出：「國有化達百分之二十五」——就必須在五年後達到最大值百分之一百。我們應當創立這種連結產品組件的生產部門，且最好是用俄國本土技術製造。

參與第一線精密加工階段的每一方——皆為工程技術之教學相長。唯有在這種情況下，我們能夠提升工程技術水平。假如國際合作變成我們得從零件開始裝配產品，那這就不是相互配合的標準。我們支持與國外科學中心對等合作。在這項歐盟合作計畫中，中央空氣流體力學研究所是我們的主要仲介者。我們現在參與的「北極熊」計畫，便是和中央空氣流體力學研究所及歐盟共同合作。我們開始研擬用高分子複合材料來製造飛機機身。

**我們的訪談已近尾聲，整體而言，在科學和其他領域可劃分出哪些關鍵的優先項目？對此您有特別想強調的部分嗎？**

我認為，對我國政府而言，現代經濟發展的優先項目就是新型材料與深化原料加工。這是基本方向，也是實現其它部分的基礎。因此就我國而言，擁有蘊藏量如此豐富的石油、天然氣、原料與礦物資源，這方面的發展也應包含於現代經濟的基本走向之中。

俄羅斯聯邦工業和能源部<sup>44</sup>及國防部、第十九屆門得列夫國際化學家代表大會<sup>45</sup>、俄羅斯科學院院會和軍事工業委員會領導的科技會議皆支持我們的觀點。必須讓這項決策通過國家標準。我們的財富並非來自地底資源，而是人類的頭腦。我們能夠運用知識，克服困難，考慮加入世界貿易組織（WTO）參與國際競爭，仰賴的就是原先的研究工作。

當然，關鍵點是創造智慧財產權的市場。俄國總統採納了這項決策，智慧財產權取決於它創造了哪些財富，這必須歸設計者所有。除此之外，智慧財產權也為國防部與國家安全局創造利益。如此一來，設計者本人便開啟參與交易過程的可能性。

我認為，多虧這項決策，我們能夠實質改善現況，俄羅斯聯邦一年內通過的專利權不超過三萬件，情況仍不夠完善。在美國，每年通過五十萬件專利，中國則有四十萬件。容我提醒，在蘇聯時期一年可通過三十萬件著作權證明。這麼大的數量，原則上應有助於新思想與學術知識的產生，並以此為基礎，開始應用革新的科技系統。

政府現在與科學研究機構簽訂工作合約，上頭註明：「所有權屬於設計方，該方可從事商業活動。」

我希望，這條途徑能將俄國經濟引領至科技革新軌道，減少對我國自然資源的依賴，有益於後代子孫。

\* \* \* \* \*

### 葉甫蓋尼·尼可拉耶維奇·卡布洛夫

俄羅斯聯邦國立科學中心

全俄航空材料研究院

俄羅斯聯邦國有獨資企業總經理

學歷：

西元一九七四年畢業於莫斯科國立航空技術研究院<sup>46</sup>。

俄羅斯科學院院士，科技工程博士與教授。

<sup>44</sup> 俄羅斯聯邦工業和能源部（Минпромторг）總部在莫斯科，主要管轄對外貿易、度量衡學、國防工業、航空科技發展和技能規範化。

<sup>45</sup> 門得列夫國際化學家代表大會（Менделеевский съезд）為紀念俄國化學家門得列夫而定期舉辦的大型傳統國際科學會議，主要討論基礎與應用化學。第一屆代表大會在西元一九〇七年舉行。第十九屆大會在西元二〇一一年九月二十五日到三十日期間舉行，地點在伏爾加格勒。

<sup>46</sup> 莫斯科國立航空技術研究院（Московский авиационный технологический институт имени К.Э. Циолковского）成立於西元一九三二年，現名為莫斯科國立航空技術大學（Российский государственный технологический университет，縮寫：МАТИ）。

自西元一九七四年任職於全俄航空材料研究院，於一九九六年擔任研究院院長。學術領域——超高溫合金與疊層、複合材料與結構、實際環境開發之材料穩定性研究。

經歷：

俄羅斯聯邦總統科學教育協會成員、前瞻研究基金會<sup>47</sup>監督委員、俄羅斯科學院主席團成員、俄羅斯聯邦國立科學中心協會會長。

俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國國家獎學金獲獎人、俄羅斯聯邦國家獎學金及政府獎學金雙重獲獎人、俄羅斯科學院主席團阿諾索夫獎學金<sup>48</sup>獲獎人、卡爾賓斯基國際科學研究獎學金<sup>49</sup>獲獎人。

榮獲「為國服務」三級與四級勳章、國家榮譽勳章、俄羅斯聯邦總統榮譽證書、獎牌；榮獲莫斯科、莫爾多瓦共和國<sup>50</sup>、韃靼斯坦共和國<sup>51</sup>、烏里揚諾夫斯克州<sup>52</sup>與莫斯科州獎章及俄羅斯聯邦工商部、俄羅斯聯邦科學教育部、俄羅斯聯邦航天局、國有原子能企業等各種獎章。

<http://www.iaa.ncku.edu.tw/~young/pccl/faq.html#110>

<http://www.iaa.ncku.edu.tw/~young/pccl/coverl.html>

<http://ir.nctu.edu.tw/bitstream/11536/80154/4/951404.pdf>

<http://www.sampe-taiwan.org.tw/download/%E5%AD%A3%E5%88%8A/%E7%AC%AC%E4%BA%8C%E5%8D%81%E4%B9%9D%E6%9C%9F/P11-20.pdf>

<http://rus.most.gov.tw/ct.asp?xItem=1030303001&ctNode=221&lang=C>

<http://www.twiki.com/wiki/%E4%BF%84%E7%BE%85%E6%96%AF%E5%9C%8B%E9%98%B2%E5%87%BA%E5%8F%A3%E5%85%AC%E5%8F%B8>

<http://web.it.nctu.edu.tw/~chingyao/AASRC-14.pdf>

<file:///D:/My%20Documents/Downloads/5%E5%A4%AA%E7%A9%BA%E8%BF%94%E8%88%AA%E6%8A%80%E8%A1%93%E4%B9%8B%E4%BB%8B%E7%B4%B9.pdf>

<http://nccur.lib.nccu.edu.tw/bitstream/140.119/33626/9/300609.pdf>

[http://big5.china.com/gate/big5/military.china.com/history4/62/20140826/18736649\\_all.html](http://big5.china.com/gate/big5/military.china.com/history4/62/20140826/18736649_all.html)

[http://www.tms.org/superalloys/10.7449/1984/superalloys\\_1984\\_399\\_419.pdf](http://www.tms.org/superalloys/10.7449/1984/superalloys_1984_399_419.pdf)

<sup>47</sup> 前瞻研究基金會(Фонд перспективных исследований)為俄國政府在二〇一二年成立的基金會，主要支持國防及國土安全相關之科學研究。

<sup>48</sup> 該獎學金設立於西元一九五七年，以俄國礦業工程師、冶金學家阿諾索夫(П. П. Аносов, 1796-1851)命名，專門頒發給化工領域材料方面有特殊研究與貢獻的學者。

<sup>49</sup> 俄羅斯聯邦政府於西元二〇〇一年設立該獎學金，以蘇聯地質學家卡爾賓斯基(А. П. Карпинский, 1847-1936)命名。

<sup>50</sup> 莫爾多瓦共和國(Республика Мордовия)位於東歐平原東部，是俄羅斯聯邦主體之一，屬伏爾加聯邦管區。

<sup>51</sup> 韃靼斯坦共和國(Республика Татарстан)是一個俄羅斯自治共和國，屬伏爾加聯邦管區，首都為喀山。

<sup>52</sup> 烏里揚諾夫斯克州(Ульяновская область)是俄羅斯聯邦主體之一，屬伏爾加聯邦管區。位於東歐大草原北部邊緣，首都為烏里揚諾夫斯克。