

SPECIAL R

[鍵入文件的引文或重點的摘要。您可以將文字方塊放在文件中的任何位置。使用[繪圖工具]索引標籤以變更重要引述文字方塊的格式。]

EXEC

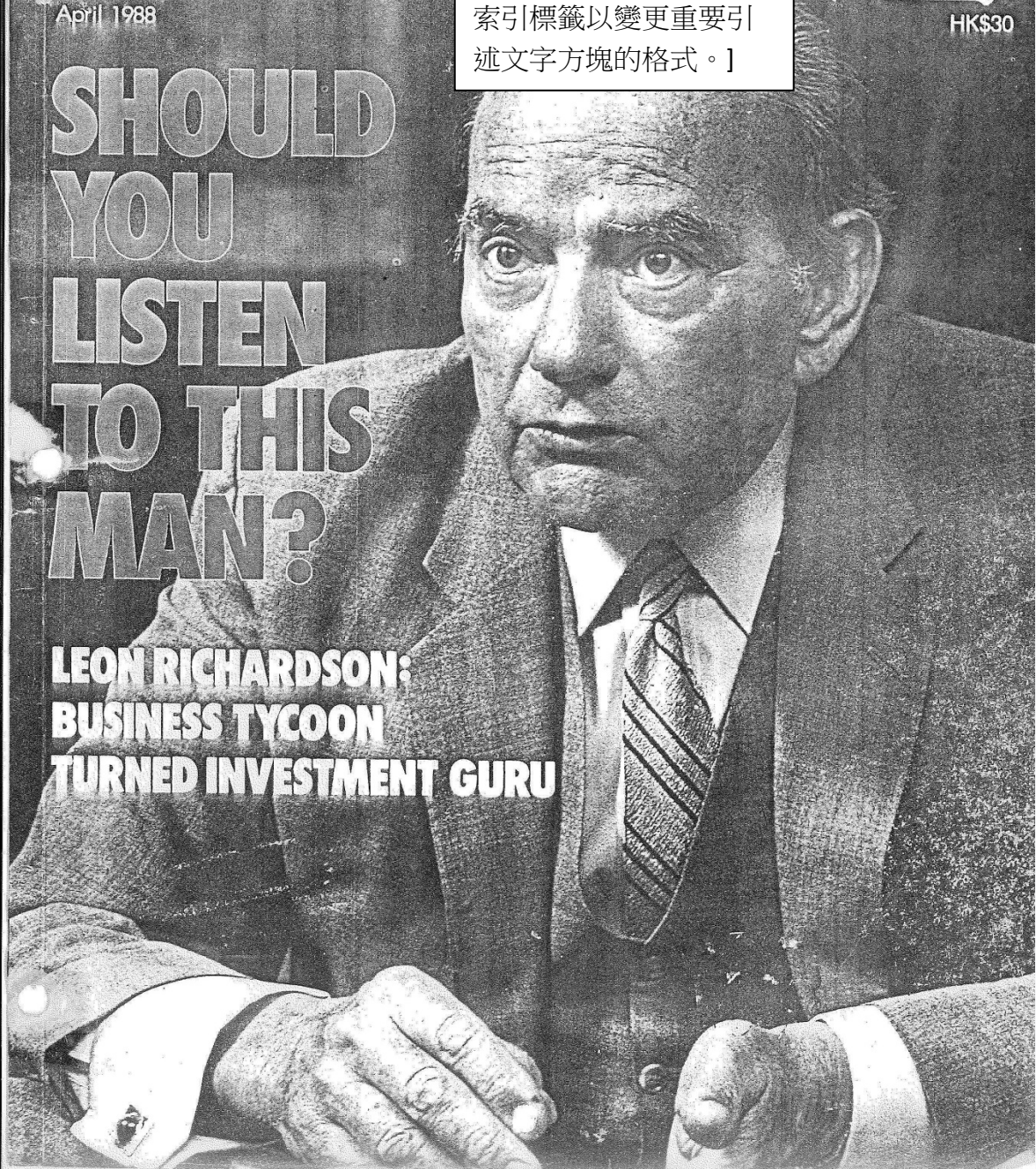
VE

April 1988

HK\$30

SHOULD YOU LISTEN TO THIS MAN?

**LEON RICHARDSON:
BUSINESS TYCOON
TURNED INVESTMENT GURU**



Dr. Leon Richardson 麻省理工學院董事聘書影本

 MASSACHUSETTS  NSTITUTE OF  ECHNOLOGY

HEREBY HONORS

Leon D. Richardson

AS AN

MIT SUSTAINING FELLOW
LIFE MEMBER

IN RECOGNITION OF EXEMPLARY SUPPORT, ENCOURAGEMENT AND
COMMITMENT TO THE GOALS OF
THE MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

May 10, 1989

Daniel S. Swafford
CHAIRMAN OF THE CORPORATION



Samuel H. Gray
PRESIDENT

《帶著焊機創造新世界的這群人》

第零篇 序文

這個世界上只有少數幾個人能夠成為某一個群體的代言人。我相信 Dr. Leon D. Richardson 就是其中之一。

唐·理查森 (Don · Richardson) 是《帶著焊機創造新世界的這群人》的作者，他最主要的工作是焊工。他從事焊工已有半個多世紀了，他認識許多焊工並視焊工為他的朋友。

他本人是少數重要人物的一部分，並且在過去的五十年中為焊接的發展做出了巨大貢獻

長期以來，唐 (Don) 一直堅信焊工沒有得到應有的肯定。簡而言之，他認為焊工為人類生活水平的提高做出了巨大貢獻。

但報紙通常更多發表有關賽車手；會計師；廚師；網球明星們的文章，但是.....對焊工，他們隻字不提。

搶救一個大設備的焊工，或者修理橋樑上的危險大樑（否則將導致生命損失），或者修理電廠的泵房，或者僅僅將已經破損的學校的椅子重新接合在一起的焊工-----這個人在很大程度上沒有得到重視，也沒有任何報導。

唐 (Don)把這些人稱為“被遺忘的焊工”。幾十年來，這些相同的人做出了巨大的犧牲，人們的財富得到了改善，他們卻幾乎被遺忘了。

唐 (Don)是否有資格成為這群人的代言人？你可以判斷...

唐 (Don)在雙底的大型船舶焊接鍍鋅鐵，因而不得不連續喝了幾天牛奶，以清除其攝入的有害鋅煙。他在漆了超過 20 層油漆的船上焊接船板。在北極，他焊接鋼管時，火炬的熱量迅速融化了

“永久凍土” ，並使他的高度逐漸下沉到比開始時低了 25 英尺。

唐 (Don) 曾在賓州、西維吉尼亞州和加拿大的煤礦等的地底下焊接。他曾在南非金礦的地底中焊接了幾英里長。他在紐芬蘭的海底進行了三英里和七英里的焊接工作。

他為美國空軍在圖勒 (Thule) 修理損壞的柴油發動機-距北極僅一箭之遙！他開玩笑的說， “溫度大約是華氏零下一百度！”

他在俄克拉荷馬州焊接了管道，裡面還通著石油和汽油！在一段時間內，有一段時間，他被要求在不少於 32 個美國空軍基地完成焊接作業。他曾在巴黎 S.H.A.P.E. (歐洲盟軍最高總部) 做過焊接。某次，在戰爭期間，他不間斷地焊接了 60 小時，以修復受損的醫院船 “馬丁尼克” (Martinique) 號以重新投入使用。

唐 (Don) 被徵召到新墨西哥州的白沙試驗場，他在那裡幫忙把剩下的德國 V-2 火箭送入太空（另見第八章）。他在新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯 (Los Alamos) 焊接，在那裡第一枚原子彈爆炸了。他無數次前往賴特航空中心 (Wright Aeronautical Center) 幫助設計未來飛機的焊道。

在完成這些歷史性的壯舉之間的空檔，他還抽出時間撰寫了《空軍工具和模具焊接手冊》。

在第二次世界大戰後期，他在田納西州橡樹嶺 (Oak Ridge) 分離鈾 235 的轉換器上焊接了多孔鎳屏障。這些轉換器最終用於提取 U-235，以製造結束第二次世界大戰的兩枚炸彈。唐 (Don) 解決了以前從未嘗試過的問題，並在 Oak Ridges 最重要的 K25 和 110 工廠工作。

他焊接了著名的原子「離心加速器」磁鐵，其強度足以將一輛

汽車從道路上拉下來-----距離六個街區!!!

唐 (Don) 為美國海軍在波多黎各附近的海底進行焊接工作。他在田納西州著名的風洞中焊接了鈹 (以前據說是不可能焊接的)。在 Y10 工廠，唐 (Don) 對美國海軍的「重水」原子工廠進行了焊接工作。在華盛頓也進行了類似的工作。

據說唐 (Don) 的焊接技術非常高超，他可以焊接破裂的教堂鐘並仍然保留其原始的音色和音調!!!

唐 (Don) 編寫了用彈簧鋼焊接腿部和脊椎支架的手冊 (適用於小兒麻痺患者)。他舉辦了數百場研討會——教授在農場工作的青年焊接。

回到“美好的舊時光”，他用一台焊接機進行電弧焊接，該焊

接機僅由一桶鹽水組成，電流通過它。當他需要更多的電流強度時，他添加了更多的鹽。當他需要更少的時候，他只需添加更多的水！

許多年後，他在美國 NASA 從事焊接工作，並參與美國太空計劃的研究。

在玻利維亞，大約海拔 17,500 英尺的地方，他進行了焊接示範（同時不時地從氧氣面罩中小口喝水）。唐（唐 (Don)）順便提到，他的身上幾乎沒有一寸不帶有熔焊金屬灼傷所造成的疤痕。而多年前他就已經不再計算，他遭受過多少次電弧灼傷眼。

事實上，唐（Don）因為參與了焊接使他幾乎走遍了世界上每一個國家。他，作為其中一員，深知焊工及其問題。他了解在狹小空間中沒有頭盔進行焊接有多困難。他知道使用三根電焊

條頭尾焊接在一起，要到達那個至關重要、遙遠且幾乎難以到達的焊點是什麼感覺。

也許，最重要的是，唐（Don）知道並了解焊工的成就，

這一篇介紹實際上不是關於一個人，而是對世界各地勇敢的焊工的頌歌，他們是工業和人類進步的無名英雄。

Robert E. Castilho

Editor

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權，保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 譯著

向焊工致敬

by Leon D. Richardson

在這個偉大的機械世界裡，有些東西不合理...

就是缺乏認可——這是我們所有人都必須面對的事實。在推動我們世界前進的眾多族群中，缺乏對焊工的讚揚。

穿越時代，對我來說，有一種欽佩——在古老的、歷史悠久的頁面上。儘管焊工的職業是古老的，焊工的藝術也是古老的，但焊工該得到的名聲卻被忽略了——並且未被提及。

但情況並非總是如此.....

這個傳說的傳奇，聚集了四面八方的人們，並引發了一場爭論，是否可以找到一個人。.....該在誰的肩膀上披上榮譽的披風？這話題引起商人們討論。誰的技術被認為是最好的。

然後他們做出了嚴肅的判決，所有人都指向一類人，他用鐵砧、電弧和火炬用手雕刻了進步。他讓全人類的進步變成事實——如果沒有焊工，人類永遠不可能進步！是焊工讓這一切變得確定。

他被加冕為領導人，並被授予堅如磐石般的榮譽。所有人都對他表示讚揚和敬意，並稱他為“師傅”。他們只給了他一頂簡單的王冠，他們給他巨大的敬意，現在必須恢復這個榮耀，就是今天！

我常常想，想知道焊工是怎麼來的。

人們必須更仔細地審視今天的焊工，並以新的榮譽看待他，並為這種榮譽付出代價。

電工等待電路，直到焊工連接電線。

飛行員保持接地狀態，直到焊工點火為止。

焊工不工作，機械師就無法啟動他的引擎。

當各個部分分開時，系統就失去了動力。

司機可以開動他的卡車嗎？直到底板被焊好為止。

礦工可以開採礦石嗎.....不行除非他的機器被硬化過了。

答案一定是不行。

焊工。是一個沉默的人，他總是默默的工作。

來吧 - 讓我們讚美我們的現代焊工！並對他們的行業默默致敬。

因為如果沒有這個如此基本的勞工，明天的世界就無法實現。

沒有他們的藝術 - 沒有他們的勤奮，沒有他們有力的雙手和他

的心，我們對鋼鐵的使用方式，肯定會崩潰。

by Leon D. Richardson

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權 · 保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 編譯

第一篇

焊接的歷史

多數人認為焊接是相對較新的學問。他們將其與無線電和電視等電子和超音波設備一起歸類為廿世紀現代的產品。

其實焊接是一門古老的工藝。早在許多世紀以前耶穌基督的時代，人類就學會了焊接金屬。《舊約聖經》中有許多關於焊接的參考文獻，甚至在《創世記》中也有記載，在《新約聖經》中也記載著。

我相信黃金是第一種焊接的金屬，原因有二。首先，黃金是唯一以自然狀態存在的金屬。古代人發現了純淨狀態的金塊，這是其他金屬所沒有的。其次，黃金不會變色。它是所有金屬中

最容易焊接的。一個簡單實驗可證明這一點就是拿 2 片金箔。它們會在大氣的自然溫度下僅透過接觸的壓力就會將自身焊在一起。將兩塊金箔焊在一起所需要做的就是敲擊它們，它們就會黏在一起。毫無疑問，古代人只用一塊石頭作為砧子，另一塊石頭作為錘子來焊接黃金。

白銀也可能以其自然狀態出現。1950 年代初期，我曾在安大略省鈷礦擔任短期顧問。（除了礦物質、鈷之外，他們也開採非常純的銀）。在世界大部分地區，白銀是開採銅等其他材料的副產品。在礦石被熔煉之前，人們從未真正看過白銀。

在加拿大期貨市場的鈷市，我根據經驗發現，我可以撿起一塊石頭，用手指在石頭上摩擦，就可以判斷裡面是否含有白銀。我更發現我可以將相同的石頭放在鐵砧上，然後用錘子將石頭敲碎。如此，高含量接近純銀的會聚集在一起，而粉碎的岩石

可以當作廢棄物丟棄。

許多年後，我還在澳洲的布羅肯希爾 (Broken Hill, Australia) 發現，僅憑我盲目的感覺就可以確定那些岩石中含有銀。同樣，如果用錘子粉碎，岩石最終會變成粉末狀的石粉，但銀會黏在一起。我在墨西哥帕丘卡州 (State of Pachuca in Mexico) 參觀該地區的許多銀礦時，也發現到同樣的結果。

雖然我讀過的任何教科書上都沒有記載過，但我確實相信，古人有可能像我一樣，透過感覺來辨別石頭中是否含有白銀。然後他們只需用錘子就可以從岩石中提取銀。我相信他們再用低熱量透過錘擊將白銀和黃金鍛造焊接成塑性的合金狀態。

有報導稱，考古學家在比布魯斯 (Byblos) 的皇家陵墓中發現了黃金製成的斧頭、黃金小雕像以及純金和純銀的腓尼基珠寶，進一步證實了這一信念。這些物品的歷史可以追溯到 40 世紀前。

黎巴嫩貝魯特國家考古博物館還藏有大量金銀工具和斧頭，其歷史可追溯至西元前 1800 年左右。

Electrum 是一種合金，含有 75% 金和 25% 銀。銀使黃金硬化到一定程度，使其成為令人滿意的工具。從這些金銀斧頭來看，它們似乎不是鑄造的。金和銀這兩種金屬似乎是透過鍛造焊接工藝焊在一起的。我相信他們用煤或木炭加熱這兩種金屬。

在我們深入討論焊接這個主題之前，我們最好先定義什麼是焊接。我將焊接定義為「在有或沒有熱和壓力的情況下連接兩塊或多塊金屬」。當然，大多數都需要其中之一——熱量或壓力——而且通常兩者都需要。這種現象是如何發生的呢？

當金屬足夠靠近地放在一起並加熱時，在某些條件下它們會形

成緊密的原子鍵，透過接頭將彼此連接在一起。

為什麼一塊未焊接的鋼板會連在一起？就是由於原子間的力 - 金屬中的一個原子拉動另一個原子。焊接也是相同的意思，只是原子間力必須在接頭上發揮作用。鐵匠們透過加熱和壓力的結合完成了焊接。他加熱鋼部件直到它們具有延展性，然後將它們壓在一起，原子間的力將它們固定在一起。這兩個部件的接縫處都有金屬顆粒混合在一起。可以說，物質粒子跨越了邊界握手。

我一直覺得拉丁人比我們英語國家對焊接有更好的看法。當我們想到焊接時，我們會想到將金屬連接在一起的行為。換句話說，我們心裡有這個過程。我們甚至會說『焊接』、『銅焊』或『錫焊』，如果我們說：『我們焊接一些東西』，我們會想像金屬與其他熔化溫度低於 1,000°F 金屬的焊接過程。

當法國人提到焊接時，他們會說『souder (加油)』這兩塊。法國人沒有像講英語的人那樣提及該過程。他指的是目標，即最終結果『鞏固』。對於法國人來說，目標是使東西堅固。西班牙人的動詞為『soldar』，意思是『焊接』並固化。

英語單字『weld』來自『well』一詞的現代變形。這意味著『沸騰』，從地裡湧出，冒泡。這種大約發生在 15 世紀的訛誤使「well」一詞變成「welding」，它傳達了「液化」這個意義；而法語中的「焊接」一詞則表達「凝固」的意思。

法國人正在努力使事情變得牢固。英國人正試圖使某些東西具有流動性。我相信法國人是對的。我們永遠不要忘記，我們真的在努力使固體變成固體，而不是液體。

正如我之前所說，焊接是一個非常古老的工藝。古代焊接的最

佳例子之一是印度德里著名的鐵柱 (iron column at Delhi, India)。該柱子的重量約為 6 噸，但它是通過將每個僅幾百磅的小鑄件焊接在一起製成的。這座柱子今天仍然矗立著，但它是在基督活著的時候豎立的。焊件形成了 24 英尺高的柱子，已經保持了多個世紀。鐵柱的柱子長 62 英尺，直徑 16 英寸，由每



根重約 20 磅的單根鋼筋製成。
(下圖取自 Google.com)

歷史意義

一個患有癲癇症的小駱駝夫，他信仰真主——用一匹小馬以擁有謝爾曼坦克的耐力和箭的速度——以及冶金、焊接和鐵匠的知識（幾乎相當於我們 20 世紀的知識），所有這些結合改變了基督被釘十字架五個世紀後的世界歷史。

駝夫的名字叫穆罕默德。他在酷熱的沙漠中虔誠地祈禱了無數小時，並且經常伴隨著「如鬧鐘般」定時的癲癇發作。他確信

偉大的真主阿拉正向他揭示最終的真理。穆罕默德被這些神聖的啟示所改變和強化。他宣講了一種有一天會被世界上八分之一的人所接受的新信仰。

穆罕默德宣講：「萬物非主，唯有阿拉，穆罕默德是他的先知」。這個聖言像野火一樣傳開來，第一次將兇猛、文盲、頑強的貝都因部落組織成一個統一的團體。這位「受讚頌者」在他短暫的一生中創立了《可蘭經》，該《可蘭經》向任何代表信仰在戰鬥中陣亡的戰士許諾立即進入天堂。

阿拉伯民族在統一的伊斯蘭信仰下，成為有史以來最偉大的焊工、最偉大的鐵匠、最偉大的科學家。

阿拉親手用一陣南風創造了阿拉伯馬，並說『我創造了你，阿拉伯人，我讓你沒有翅膀也能飛翔』，任何了解馬的人都必須意

識到這匹神馬的血就像稀有元素的優質鋼材一樣。。阿拉伯馬像『南風的女兒』般的一堵鋼牆與不信者戰鬥的旋轉苦行僧——旋轉、搖晃、躲避、啟動和衝鋒，直到死亡.....始終服從。

大馬士革之劍 (THE SWORD OF DAMASCUS)

但是，信仰不僅需要穆罕默德，還需要沒有翅膀的飛馬。它需要武器。

「大馬士革之劍」非常神奇。它使伊斯蘭戰士所向無敵。阿拉本人一定啟發了一種新型鐵匠，他們能夠以前所未有的方式模製、鍛造和焊接鋼材。

阿拉伯詩人 AUR B. Hajor 談到這第一件真正偉大的焊接作品時說道：「它有許多像水一般許多閃閃發光的條紋 - - 它就像一個

池塘，讓風在水的表面滑過---鐵匠已經在刀身還軟的時候造成像一粒粒小黑螞蟻走過痕跡的刀」。

大馬士革之劍不是用軟鋼製成的，眾所周知，軟鋼太軟，無法硬化。它是由成型的硬鋼製成。

埃及人對鐵有忌諱，但阿拉伯人從穆罕默德的教義中知道，鐵是阿拉的恩賜，應該被使用。伊斯蘭教人民就確實用了它。

大馬士革之劍也許是有史以來最偉大的焊接作品。它們足夠柔軟，可以從尖端到柄部彎曲而不破裂。它們鋒利得足以割斷絲綢手帕，強度也足以割斷盔甲。大馬士革是世界上最古老的城市，也許這就是理所當然的讓它為人類焊接知識做出如此巨大的貢獻。

許多世紀以來，大馬士革劍的鋼材一直是個嚴格保守的秘密。

在西元前 1300 年，在印度西部的海伯達（Hyberdad）發明出偉大的用「坩堝」煉鋼的模式。這種偉大的鋼材具有無與倫比的能力，因為它是由滲碳鐵製成的。這種獨特的鋼材隨後被運往古代敘利亞，工匠們對鋼材進行錘擊、焊接和回火，最後將其製成了偉大的大馬士革之劍。

大馬士革之劍是把半公斤左右的可鍛鑄鐵切成小塊，用「夾心蛋糕」方式在木炭爐上產出來的。用黏土把蓋子密封坩堝，裡面含有約 10% 乾燥木材的火。

夾心是由黑色磁鐵礦砂（礦石）徹底粉碎而成，首先篩選出小塊。在大馬士革，他們使用了一個高度不到五英尺的小烤箱，在烤箱的下部區域插入了粘土管，用兩個或多個羊皮風箱的鼓

風機吹。

當爐子很熱時，他們將礦石撒在木炭上。不用藥劑。將熔化的鐵「塊」從熔爐中取出，然後長時間連續錘打成約 3 英吋厚、12 英吋長、1.5 英吋寬的棒材。

然後，這些棒被切成重約一公斤的小塊，然後用黏土包在竹筒內。頂部用新鮮的粘土密封。然後將它們放入木炭爐中 20 小時或更長時間。鐵從竹子中吸收了足夠的碳而變成液體。然後將坩堝從熔爐中取出像存錢筒一樣打開。現在裡面已變成珍貴的高碳鋼。然後雅利安印度人把這些鋼塊錘成直徑約六英寸的圓盤。

然後，藉著輪流錘擊一堆鋼和鐵棒成「大馬士革劍」，一次又一次地再加熱和錘擊，直到達到所需的厚度。

大約 25 根長約 2 英尺的鋼棒被焊成大約五英尺長，3/8 英寸見方鋼錠。然後將每塊加熱至櫻桃紅色，一端扭曲，另一端牢固地固定在台鉗中。扭曲使它變成圓柱形，並縮短到大約一公尺長。然後將兩塊鋼轉到不同的位置（一塊向左，一塊向右）並平行放置、壓平並用熱和錘子敲打。透過這些操作，鋼和鐵的交替將在每旋轉方桿半圈時改變位置。25 塊層壓的鋼材變成一個團塊，其中外層纏繞在內層四周，從而在壓平成帶狀後形成規則的偏心橢圓形或圓形。

這項偉大的焊接技藝凝聚了信仰的狂熱。兇猛的游牧民族借助轉瞬即逝的阿拉伯馬匹，像旋風一樣轉出沙漠。他們用致命的薩拉森之刃征服了整個阿拉伯。

穆罕默德的壽命並不長。當他去世時，他的追隨者使用焊接過

的大馬士革劍和阿拉伯馬，穿過葡萄牙、西班牙、北非、拜占庭帝國、波斯、埃及和敘利亞，甚至到達地中海的塞浦路斯島。在不到一個世紀的時間裡，伊斯蘭教的旗幟從中國和印度的大門一直延伸到大西洋的比利牛斯山脈。隨後他們試圖征服歐洲，但西元 732 年，鐵鎚查理王 (Charles the Hammer) 在圖爾戰役 (Battle of Tours) 中粉碎了他們的希望。

碎刀之刃 (THE CRUSADERS BLADE)

十字軍東征是冶金學的下一個冒險。教宗烏爾巴諾二世 (1042-1099) 捍衛基督對抗「土耳其異教徒」的宣言點燃了整個歐洲騎士、農奴、國王、伯爵、男爵、甚至罪犯和罪犯的想像、熱情和忠誠。即使是可怕的維京人或北歐人，也皈依基督教、捍衛對抗野蠻的摩爾人的神聖事業。

適當的冶金、鍛造和焊接的必要性在十次十字軍東征的第一次

中得到了徹底的證明 (我個人認為這三者只是一門藝術——其中一門沒有另外兩門就無法發揮作用)。這發生在公元 1000 年左右，當時克洛維國王 (King Clovis) 皈依基督教，並加冕為神聖羅馬帝國查理曼皇帝。

第一次十字軍東征將耶路撒冷從「異教徒」手中解放出來。它的成功歸功於冶金學 (及其孿生兄弟「焊接」和「鍛造」)。這次十字軍東征由騎著哈吉(Hudge) 馬匹的鋼鐵人和身穿比他們重的盔甲的騎士領導。他們使用重型焊接寬劍。穆斯林的輕劍無法壓倒重劍。阿拉伯馬雖然敏捷，但當伊斯蘭戰士開始身穿重達 400 磅的盔甲時，它們變得無法靈活機動。

一個世紀以來為穆斯林帶來勝利的冶金和馬匹在十字軍東征期間被基督徒的冶金和馬匹擊敗。

阿拉伯人（以及穆斯林作為一個群體）在許多重要方面對科學做出了巨大貢獻，沒有這些貢獻，我們所知的現代科學就不可能存在。他們從印度人那裡借用了數字，但阿拉伯人用數碼簡化了。阿拉伯人是偉大的金屬工人和科學家。

他們為數百種金屬和化學品賦予了符號。有趣的是，即使在早期的幾個世紀，阿拉伯人就已經識別並使用了玻璃、鹽酸、硼砂、汞、汞齊、氨鹽、硫酸亞鐵、鐵填料、礫石、硫酸鉛、硫磺、氧化鎂、石灰、金屬石灰、礦物質、鎳、砷、硫、銻、金和酸。更有趣的是，它們在 15 個世紀前就有了代表數百種元素和元素組合的符號。

鍛造焊接

鍛造焊接是焊接的「現代名詞」，早在 30 個世紀前就被使用了，

並且可能在 50 個世紀前就有人用！鍛造對古人來說非常重要，以至於羅馬神「伏爾甘」(Vulcan 火神) 都被賦予了鍛造方面的強大能力。希臘神赫菲斯托斯(Hephaestos)也是一位非常重要的鐵匠。大約 20 年前，我在開羅博物館參觀了圖坦卡門(Tutankhamen) 的陵墓，在他的陵墓中展出了一個焊接過的鐵製頭枕。這肯定是在公元前 1350 年左右焊接的。我還得知，羅德巨像(Colossus of Rhodes)的框架包含大約 135 根焊接在一起的鐵條，重約 7 噸。這可能是第一個大型焊接結構，在公元前 280 年左右焊成。

當我還是個男孩，以及後來作為一個年輕人的時候，每個行業都有鐵匠和鍛造廠。如今，除了賽馬場之外，這種鍛造廠幾乎不存在了，偶爾在一個孤立的作坊（通常在農村地區）也能看到它。對我來說，看到我熟悉的鍛造廠成為收藏品，就像我生活消失了一部分一樣。缺了點什麼。

焊接過程

釐焊 (軟焊) 和銅焊 (硬焊) 在古代的世界許多地方 (包括北非、中國、日本和南歐) 廣泛使用，並且在羅馬帝國時代已成為眾所周知的工藝。作為記錄，讓我解釋一下這三種工藝，因為奇怪的是有許多人不知道這三種基本焊接工藝之間的差異：

軟焊 (釐焊)：用熔化溫度低於 1,000°F 的不同填充金屬焊接兩個或多個零件。

硬焊 (銅焊)：用熔化溫度高於 1,000°F 的不同填充金屬連接兩個或多個零件。

焊接 (熔接)：將兩種或多種相似金屬 (有或沒有填充金屬，有

或沒有熱和壓力) 熔接在一起。

由此可見，這三種連結方法彼此截然不同。一些行銷公司使用了「低溫焊接」一詞，但這實際上只是一種銷售噱頭，因為按照其定義，實際焊接是不存在的，而只是一種未經證實的說法。當然，還有「低溫銅焊」和「低溫錫焊」，但「低溫焊接」是一種誤導性的營銷說法，往往會造成混亂，而不是澄清。

大多數人認為鉑金是一種類似黃金的金屬。然而，雖然黃金可能是第一種被焊接的金屬，但鉑金是最後一種。我一生中從未焊接過黃金，但我在玻璃工廠和其他使用鉑金的行業中焊接過多次鉑金。我發現鉑是所有金屬中最容易焊接的。實際上，黃金和鉑金除了比重大致相同之外，並無密切關係。鉑與銻、釷、鈹、鐵和鋼關係密切。直到 18 世紀，鉑金還無法焊接，因為它的熔點很高，無法融化。

雖然古人可能已經知道鉑金，但這種金屬可能是由中美洲印第安人發現的（據歷史所知）。在宏都拉斯、巴拿馬和哥倫比亞發現了大量這種物質。16世紀西班牙人到來時，他們發現印第安人用它來製作珠寶。西班牙人將這種金屬命名為“Platina del Pinto”，意思是「來自平托河 (Pinto River) 的銀」。後來拉丁語和英語將其名稱改為「Platinum」，德國人將其改為「das Platin」。

卡薩諾瓦 (Casanova) 在歷史上被稱為偉大的情人，實際上是一位頗有名氣的學者。他在《卡薩諾瓦回憶錄》中記載，他從威尼斯監獄越獄後不久，就前往巴黎。1757年，他與一位富有的女人「烏爾夫侯爵夫人 Marquise l'Urfe」有染，她對煉金術很感興趣，並聲稱她可以將賤金屬變成石頭。她透過凹面「燃燒鏡」向卡薩諾瓦演示了鉑金的熔化和焊接。卡薩諾瓦還報道稱，

鉑會被氯化銨從溶液中沉澱出來，而金則不會，鉑不會被硫酸、硝酸或鹽酸侵蝕。

現代焊接

我最早的記憶可以追溯到 1921 年。我的叔叔 Ed Richardson 是堪薩斯州科菲維爾 (Coffeyville) 國家煉油公司的總工程師。我的父親保羅理查森 (Paul Richardson) 是同一家煉油廠的「原油大師」。當時的慣例是，經營管理人員會住在該行業的場地。我們住在煉油廠內一棟巨大的紅色磚房裡。我叔叔一家住在樓下，我父親一家則住在樓上。

小時候我會在煉油廠漫步。那是我的遊樂場。維修部對我來說就像一塊磁鐵，我常去車間看鐵匠們錘打白色炙熱的鐵。當火花四處飛舞時，我被催眠了，我會觀察鐵匠幾個小時。鐵匠的名字叫作「默特叔叔」麥克唐納。當我六、七歲的時候，他教

我用鐵鎚在鐵砧上將兩塊熱金屬焊在一起。

我嘗試的第一個項目是，鋼無法焊接。默特叔叔告訴我，最重要的是把煤堆在鐵上，讓煤炭本身消除氧氣。透過這種方式，鋼材被脫氧並焊接。他教我不要讓鋼材過熱，否則表面會變形。然而，他也告訴我，當貼著接觸時，它們必須足夠熱才能具有延展性。

在我 8 歲前，他教我如何用皮革包裹鋼來熱處理和硬化鋼，並將鋼放在火熱的煤上，直到皮革在鋼中添加了足夠的碳以使表面呈液態，然後在鹽水中淬煉鋼。

當我還是個孩子的時候，我就學會了如何透過顏色來判斷鋼材的溫度，如何用硼砂、棕色氧化物和其他化學物質來製造助熔劑。默特叔叔甚至教我如何將鋼打造成不同的形狀。

今天，正如我一生所堅信的那樣，我堅信，如果一個人沒有先成為一名鐵匠，就不可能成為一名優秀的焊工。關於金屬及其對壓力和熱量的反應的一些知識是無法從書本上學到的。有一種「感覺」，一種內心的感覺，知道增加 10 度的溫度和增加一盎司的壓力會對給定尺寸和形狀的鋼產生什麼影響。你只能以「鐵匠鋪」的身份學習這個。在您學習這門藝術（它不是一門科學）之前，您還沒有學到任何有關焊接科學的知識。

焊接比大多數其他藝術涉及更多的科學。焊接涉及化學、冶金、電機工程、物理、工程五門學科。一科沒有其他四科就會失敗。然而如果沒有「那些擁有焊接機的奇妙男人」之一去實現，這五門科技就會失敗。

在以後的章節中，我希望向您講述從 1920 年到 1980 年的每個

十年裡焊接是怎樣的。在這半個世紀與焊接藝術密切接觸的漫長歲月中，發生了一些有趣的、也有很緊張的時刻。

(To be continued)

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權，保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 編譯

第二篇

焊接優先

正如我在上一章中已經提到過的那樣，焊接發展得非常好的首先當然是鍛造。其他兩個過程（氣焊和電弧焊）則大約是同時發展。電弧焊-聽起來很奇怪-實際上是最先發現的，但是氣焊更容易被金屬工人接受。實際上，氣焊在一定程度上使電弧焊黯然失色，以至於直到電弧焊被發現很多年後才被流行。

書上告訴我們 Priestly 在 1777 年發現了氧氣。我個人不同意這個觀點。早在八世紀，中國人就透過燃燒硝石製造出氧氣！即使在那時，他們就知道它是自然空氣的組成部分。Leo Chatier 於 1895 年發明了透過電解將氧氣與氫氣（水中）分離

的製程。

在氧乙炔焊接中使用氧氣作為第二種氣體是在 1880 年代中期。然而，它的使用被推遲了，因為當時沒有人看到生產氧氣有任何真正的商業前景，因此，沒有人願意製造它。由於氧氣沒有商業需求，所以又過了二十年左右才出現被人重視。

1900 年，開發出一種液化過程可以經濟地生產氧氣。它的成本非常低，因此預示著氣焊時代的到來。那時的科學期刊這樣描述這個過程：「這個過程是基於氧氣在 -269°F 沸騰的概念。氮氣則在約 -320°F 沸騰。這是一個簡單的工作，首先將氮氣沸騰蒸發。然後就留下氧氣。原材料當然是充足且免費的。」

氧氣....實際上是經由我們鼻子的呼吸來付費的！

關於氧氣是否充足且免費的問題，人們好奇生產這種氣體的生
產商如何臉皮厚厚的收取他們經常賣的「偏高」價格。從我記
事起，各國的氧氣公司就用高額利潤出售氧氣。我甚至可以說，
在大多數國家，氧氣公司只是透過卡特爾和壟斷的貿易行為來
獲得這種氣體（取自我們呼吸的空氣）不切實際的「價格」。

事實上，大多數工業氣體供應公司實際上會以成本或更低的價
格出售其焊條和設備，以保住銷售氧氣的生意。為了使用氣焊
條，您當然必須購買氧氣和乙炔氣瓶！這自然是極為有利可圖
的，因為氧氣的價格高得離譜！

在當今的工業中，氧氣的市場價格已經成為對一個人智力的侮
辱。任何了解氧氣製造成本低廉的人都不會相信所收取的價格
是實在的。

然而值得慶幸的是，醫院確實得到了低成本的氧氣供應——
(注意力已經從政府的監管中轉移了焦點)。然而，在許多情況下，同一個國家的工業界所支付的費用高達十倍於政府醫院所支付的費用！

乙炔

氫氧是第一種高溫火焰。人類古老的夢想，擁有足夠熱量的火焰來熔化鋼鐵，直到乙炔的發現。發現的第一步始於 1836 年。
(我們讀到羅伯特·黑爾 〈Robert Hare〉 在 1840 年用氰化汞製造出碳化鈣，但他無法識別它，因此我們認為愛德華·戴維 〈Edward Davey〉 是乙炔的發明者)。

編者註：許多人如亨利·莫伊桑 (Henri Moissan)、特納·莫爾黑德 (Turner Morehead)、湯瑪斯·威爾森 (Tomas Wilson) 等人

改進了乙炔的製造過程。

諷刺的是，氧氣和乙炔的開發實際上是犯罪分子所做的。1895年的「保險箱破解者」(尤其是在法國)對火焰切割的發展所做的貢獻比任何科學家都多：他們透過破解保險箱的犯罪活動改進了切割過程。

第一個被「破解入侵」的保險箱其實是在1887年的英國。然而，做出最大「貢獻」的卻是法國人。這些事件當然不幸，但是，安全侵入變成一項「報酬豐厚」的職業，而反而在很大程度上宣傳了氧乙炔作為切割工具的效率。

1898年，《Acetylene Journal》(乙炔雜誌)月刊創刊。它後來與「Welding Engineer」(焊接工程師)合併(我有定期投稿)。我相信它們是有史以來最好的焊接出版的雜誌。特德·傑斐遜(Ted Jefferson)身為該雜誌的所有者/出版商，已有超過三分之

一世紀的歷史。他現在是美國焊接學院院長。

我們已經是很多年的好朋友，最近他的一封信表明我們倆仍然是「焊接狂」！他是我非常欽佩和尊敬的人，並且保持著連續參加 49 場美國焊接展而沒有中斷的記錄！而那在當時是一項最新的紀錄！

對我來說，電弧焊沒有那麼有趣。這是工作。它發生得太快，以至於失去了氣焊的樂趣。

借助氣焊，我可以製作出那麼完美的珠子，它們看起來像是機器製造的，成為金屬藝術家很有趣（許多帶著焊機創造新世界的這群人也都是如此）

但電弧焊有時也很有趣。我喜歡在夏天的時候鑽到船底下用仰焊對接。當時你在戶外，遠離炎熱，天氣又涼爽，頭盔戴在頭

上，隔絕了所有外界吵雜，進行良好的仰焊是我無法形容的一種興奮。

當你——和那一刻的電弧。幾分鐘後，這個地方就非常安靜了，直到電焊條燒完，你推起頭盔插入另一支新的電焊條。到那時，您才意識到還有一個傢伙距離您 10 英尺在焊接，還有另一個傢伙距離您 20 英尺焊接等等。但是，在那幾分鐘裡，只有您和電弧---- 並看到美麗的完美焊縫在頭頂上封閉船殼一定會給人一種像米開朗基羅 (Michelangelo) 畫西斯汀教堂(Cistine Chapel) 的感覺。當焊工對自己的工作感到自豪時，這就是一门不低於雕塑、繪畫或陶器的藝術。

我記得特德·傑斐遜 (Ted Jefferson) 早在 1978 年就說過：

「Leon，你和我一樣熱衷於焊接」。泰德是對的 - 我不認為焊工戴著頭盔就完全與世界隔絕。

只有看著 5000°F 的電弧熔化鋼鐵並將其癒合在一起，他的腦海中才會產生幻想。他的全部注意力都集中在那條魔法電弧上——療癒的火焰。

燒焊產業被戰火洗禮

從 1900 年到第一次世界大戰期間，氧乙炔工藝發展迅速。與電弧焊相比，氧乙炔工藝更像是業餘愛好者的遊戲，每個樹蔭下的機械師都有氧乙炔焊槍。然而，直到一場世界大戰才牢牢的確立了這兩個進程。直到那時，人們對焊接仍有很大的偏見，並且對冶金一無所知。許多工程師表示：「電弧會把鋼鐵的材質燒壞！」

從幾大洲來參加第一次世界大戰的大多數士兵從未聽說過焊接。儘管如此，焊接在戰爭中發揮了重要作用。一些例子：

(1)對廢鋼的需求很大。氧乙炔製程可以分割廢料並在隨後丟到熔爐裡熔化，最終用於船舶、槍支和坦克。

(2) 1917 年 4 月 6 日美國宣戰時，美國政府扣押了當時所有在美國港口的德國船隻。德國船員預料到這一點，並盡可能地損壞了船上的重要機械。預計更換機械要花兩年以上，例如：

*USS Huron (前身為 SS Freidrich des Grosse) 的蒸氣噴嘴損壞了。

*莫卡辛 (前身是普林茨·約阿希姆 (Prinz Joachim)) 的氣缸蓋嚴重損壞。

*阿伽門農號 (之前是德皇威廉二世號) 的機械出現故障和破裂。

*Ostewgo (原 Prinz Eifel Fredrich) 的氣門室和活塞桿損壞。

*喬治華盛頓號、風中奇緣號 (原艾琳公主號) 和其他 100 多艘德國船隻都遭到嚴重破壞。

帶著焊機創造新世界的這群人來救援了。在 8 個月內，所有 109 艘德國船隻均已通過焊接修復，這些焊接修復的船隻承載了

A.E.F (盟軍遠徵軍) 總量的四分之一 (50 萬軍人)。前往法國。這為美國節省了無數的數百萬美元和一年多的時間。

德國和英國在福克蘭群島附近的海戰導致許多英國船隻受損，這些船隻被拖到南美港口進行維修。船用電焊裝置被徵用，船隻分秒必爭的迅速修復並重新投入使用。

光是在美國，戰爭就需要 2,000 名焊工，但 1917 年根本沒有 2,000 名焊工。美國陸軍在克利夫(Cleveland)、斯克內克塔迪(Schenectady)、布魯克林(Brooklyn)、費城(Philadelphia)、克林頓維爾 (Clintonville)、皮奧裡亞 (Peoria)和羅克島兵工廠 (Rock Island arsenal) 設立了學校。也許在美國培訓焊工方面做

出最大貢獻的人是賽勒斯·K·里克爾 (Cyrus K. Rickel) 中尉，他在戰爭開始時就已經是一名熟練的焊工了。

Cy Rickel 和我在 1940 年代初成為好朋友，從那時起我們經常一起做很多生意，直到他在 1960 年代末去世。他是沃斯堡和休士頓三巨頭焊接設備公司 (The Big Three Welding Equipment Co.) 的創辦人之一。在他去世之前，我和賽伊曾在許多地方多次談論焊接的早期風雲，度過了愉快的時光。

英國在戰爭初期就意識到需要更多訓練有素的焊工。至少有 1,500 名女性焊工接受了培訓，在英國，女性完成了重型焊接工作，而在美國，在一戰期間，女性只焊接飛機管道等輕型結構。第一次世界大戰後直至第二次世界大戰，焊接技術並沒有重大的革命性變化。這是一個強化時期。

電焊條的發展

其中一項突出的改進是電焊條藥皮。英國的鋼琴製造商斯特羅門格 (Strohmenger) 和瑞典的船舶工程師克萊爾伯格 (Klellberg) 以及美國的通用電氣公司 (General Electric Company) 製造了第一批包覆藥皮的電焊條。然而，這些實際上並沒有產生保護氣體，儘管它們確實使全方位焊接變得容易些。

密爾沃基 (Milwaukee) A.O.史密斯公司生產的有機塗層設計是第一個真正的改進。他們把電焊條烘烤 12 小時，這是第一個在 2 英寸長度有 25% 延伸率的電焊條，這是一個巨大的進步。這目標在 1918 年發生了。

1927 年由 A.O 史密斯公司年輕的化學家約翰·切爾 (John Chyle) 發明首個擠出型纖維素藥皮電焊條再次做了下一個電焊條的重大

改進。他的電焊條與當今仍廣泛使用的低碳鋼電焊條相同。

實際上，世界各地的一些營銷公司仍在銷售這種已有 50 年歷史的產品，並且號稱是「維修用的焊條」。

約翰·凱爾的電焊條由纖維素粉、錳鐵、氧化鈦和矽酸鈉製成。今天 A.O 史密斯公司已不再生產電焊條，該公司與西屋、通用電氣、佩吉鋼鐵 (Page Steel)、哈尼斯費加 (Harnisfegar) 等許多公司都退出了這個行業。

要辨認 20 世紀 30 年代和 40 年代所有電焊條的發展是不可能的，因為每項發展都處於保密狀態。人們普遍認為，任何電焊條藥皮都不可以獲得專利。這種信念至今仍然存在，幾乎所有電焊條藥皮的細節都是保密的，並且沒有申請專利。

這是因為 A.O.史密斯公司 (Smith Company) 控訴林肯電氣公司 (Lincoln Electric Co.) 侵犯其第一項電焊條專利。認為林肯公司明顯侵犯了該專利，但法院判決林肯勝訴。從那時起，幾乎在所有情況下，電焊條藥皮都受到發明者的保密保護，而不是專利保護。

這讓我們來到了第二次世界大戰，我們會在以後的著作中討論這一點。正是在這個時代，焊接開始在工業中找到其真正不可或缺的地位。

焊接設備與時俱進

當時第一次嘗試使用的碳弧的熱直接做電焊。使用碳電極提供熱，並使用填充棒做填充金屬。

電弧在兩根碳棒間跳火，產生能源。但是，這既笨拙又困難，因為電弧沒有集中能量來加熱鋼材，也沒有辦法引導它。那是一道搖曳不定的電弧線。一段時間後，開發出磁場電路。它由圍繞電焊條的磁線圈組成。而且，眾所周知，電弧會受到磁場的影響，其作用是迫使電弧向下，朝向工件。

第一個電弧焊專利於 1865 年授予一位名叫王爾德(Wilde) 的英國人。王爾德研究了華特(Volta) 和戴維(Davey) 的既定理論，並結合了當時可用的原始能源。

J.P. Joule 是一名釀酒師，但熱衷於焊接，他計算出了電阻加熱的關係，諷刺的是，它與我們今天使用的公式相同， $H = I^2R + K$ 。熱量、時間和壓力。

1885 年時認為專利很重要，第一個電弧焊專利被授予兩位俄羅斯

人 Bernado 和 Olszewski，用於直流碳電焊條。而且，對他們來說幸運的是，他們的專利包含了兩項後來發展出來的細節。其一是使用金屬電焊條，其二是磁偏轉。當被授予專利時，它們是一個來自貝爾納多(Bernado) 頭腦夢想的實質內容——。貝納多也申請了碳弧製程專利，其中工作端為負極，電焊條為正極。今天我們稱之為「反極性」。

貝納多工作的精彩是他的專利。碳弧第一次不是固定的，可以用手移動和操縱。我認為貝納多是焊接的先驅，也是我們所知的實用電弧焊接的發明者。

幾年後，另一位名叫斯拉維亞諾夫 (Slavianoff) 的俄羅斯人嘗試使用裸線作為電焊條和填充金屬。然而，在 1889 年，即該實驗大約兩年後，美國的查爾斯·科芬 (Charles Coffin) 為該工藝申請了專利。顯然斯拉維亞諾夫和科芬都曾獨立地致力於同一個想法。

但我認為斯拉維亞諾夫是第一個。

「裸線」焊接勾起了許多回憶。事實上，如果你和任何一位「老焊工」聊天並提到用「裸線」焊接，當他將思緒拉回到過去，他會顯出懷念「過去美好時光」的呆滯和憂鬱的感傷。

當我第一次學習焊接時，我常常用裸線練習很多很多小時。在我徹底掌握了所有姿勢的技術之前，我從未放棄過。我想知道今天還有「裸線」焊工嗎？如果有的話，他們會記得他們提出的令人難以置信的難題。黏住，沒有結合力，整支都變紅了。這是在掌握「訣竅」之前必須練習的過程之一！

當然，裸線焊和碳弧焊都存在缺陷。透過碳弧，大量碳會沉積到焊道，使鋼變脆變硬。在裸線焊接製程中，大氣中的氮氣造成了無數的問題。但是，時間已到了解決這些問題的時候了。

隨之而來的是塗佈藥皮的電焊條，眾所周知，該電焊條是由藥皮包裹著鋼絲組成。但是，藥皮是由石棉和紙（以及其他材料）製成的，它們在熔化時會汽化並在熔融的焊接金屬上形成屏蔽。

這是在 1907 年左右在美國和歐洲實現的。今天，這種形式仍在使用。唯一的區別是進化---不是革命。

我在 1930 年代末期和 1940 年代初期使用過這些「包覆藥皮」的電焊條（當時是這樣稱呼的）。當時它們已經不再使用，但戰爭期間嚴重短缺電焊條。一切可能的東西——舊的和新的——都被收集起來並用於戰爭。回想起來，考慮到石棉包覆電極的廣泛使用，肺癌盛行也就不足為奇了。

諷刺的是，儘管電弧焊接在 1907 年就已經有了，但此後很長一段時間它並沒有飛躍成長。世界還沒準備好提供輔助設備，在

1907 年，您無法走到最近的牆壁上從牆壁插頭上取下 240 伏特的電壓！當貝爾納多夫婦和斯拉維亞諾夫夫婦率先採用焊接工藝時，他們必須在現場使用大型笨重的蒸汽機來發電。焊接不是普通人的工作，它僅限於強者和那些能夠負擔得起大型資本設施的人。

難怪工業引進電弧焊的速度很慢。直到 1940 年代，氧乙炔製程的普及程度遠遠超過了電弧焊。但是，電弧焊接實際上是這兩種工藝中較早有的一種。

(To be continued)

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權，保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 編譯

第三篇

在大蕭條的後期，日子過得異常艱難。我的家人也不例外。1930年代初，我父親的健康每況愈下，我發現自己只是個年輕人——要養家活口。我在深夜和清晨工作——在放學前和放學後。我記得我每小時的工資是 15 美分——我很高興能賺到。

七歲那年，我開始上學並開始工作。我設法將十二年的課程壓縮為七年，並在十四歲時畢業。十五歲時我繼續上大學。

為了改善經濟狀況，我加入了國民警衛隊第 174 騎兵團。我在那裡工作了 25 年之後光榮退役。

和平時期的國民警衛隊是一支「週末戰士」類型的軍隊。我們每週加入隊伍幾個小時，每年在夏令營度過兩週。

我想，當年騎兵還是 100% 的騎馬時，到今天活著的人已經不多了。就我的年齡而言，法定年齡為 18 歲，但我個子很高，看起來比實際年齡要大，因此僥倖逃脫了懲罰。幾年後，騎兵被解散，取而代之的是機械化和摩托化運輸。

我 12 歲時就學會了給馬釘蹄鐵這種基本手藝。我被任命為軍隊的「鐵匠」給馬釘馬蹄鐵，在鐵匠鋪上焊接。當我不太忙的時候，我製作了「火狗」和其他壁爐設備。我曾經把它們賣給軍官和任何想購買它們的人。那是我一生中一段有趣的時光。

我曾就讀於堪薩斯州的大學，後來又就讀於加州的聖莫尼卡城市學院 (Santa Monica City College)。諷刺的是，我的兄弟今天是一所學院 (工業工程) 的教授，並且在兩所學院已擔任教授 25 年。

我提到過，我在上大學期間利用業餘時間工作。最適合深夜或清晨的工作是簿記。所以，我成為了一家美容店的簿記員。這促使我與洛杉磯一位名叫 Baron Luttermoser 的會計師一起工作。

《男爵》——眾所周知大家這樣稱呼他，他暗示他的一位客戶，一位電影製片人正在尋找一名簿記員，我去見了他。

當我遇到羅蘭·韋斯特 (Roland West) 時，他對我產生了深遠的影響，這種影響將伴隨我一生。我為他工作了五年。我大約十六歲時開始擔任簿記員，一年後，他將我提升為 Roland West Enterprises 的業務經理。這是一百萬美元以上的生意，我們製作了電影。《蝙蝠》……《蝙蝠低語》……《海盜》以及其他許多由瑟瑪·托德、切斯特 (Thelma Todd)·莫里斯 (Chester Morris) 等明星主演的電影。我們擁有五家餐廳、公寓大樓、一整套自動販賣機和許多其他投資。當我 18 歲的時候，我被任命為這家大企業的全職經理，並吸收了許多商業的基本原理。

那是我人生中一段激動人心的時期。羅蘭和我是真正的好朋友。他帶我去了很多地方，包括他那艘宏偉的遊艇「Joylita」，在那裡我結識了當時幾乎所有偉大的電影明星，並與他們成為了朋友。查理卓別林 (Charlie Chaplin)、瑪麗碧克馥 (Mary Pickford)、凱法蘭西斯 (Kay Francis)、愛麗絲費伊 (Alice Faye)、威廉鮑威爾 (William Powell)、泰隆鮑威爾 (Tyrone Power)還有很多其他人。

羅蘭對我非常信任，把我當成兒子。他花了很多時間教我生活、商業、人，當然還有電影的複雜性。回想起來，我會說他對我生活的影響比其他人都大。在他去世之前，他一直是我的「父親」的形象。

他與女演員洛拉·萊恩 (Lola Lane) 結婚，我清楚地記得 1953 年他去世前不久，與洛拉、查理·卓別林、烏娜·奧尼爾和羅蘭度過的一個晚上。他為我的生活描繪了一個新的維度，他的去世就像失

去了一位父親。

1930 年代末，當我還在 Roland West Enterprises 工作時——就像許多其他人一樣——我意識到戰爭即將來臨的烏雲。歐洲確實陷入了黑暗的深淵。意識到戰爭的不可避免性，我在羅蘭企業安排了工作時間，下午 1 點開始工作，一直工作到深夜。然後我去了聖莫尼卡技術學院，早上選修了飛機焊接課程。身為一名士兵，我覺得有必要為一個重要的產業做出貢獻。我完成了課程，並在早上從事焊接飛機的兼職工作。然而，由於必須焊接小鉻鉬管束這種絕對單調的課程，我很快就感到無聊了。我認為這份工作是女性的工作，並決定參加鋁熱焊接課程和電弧焊接課程。我在長灘海事委員會（加利福尼亞州）參加了測試，並同時通過了 1#、2#、3# 測試。這被當時認為是不尋常的。

然後，我開始在加州造船公司擔任一級的第三位焊工。該造船公

司歸柏克德·麥康恩(Bechtel McCone)和帕森斯 (Parsons) 所有。我與麥康恩先生成了朋友，他後來因領導美國政府原子能委員會而出名，直接向美國總統林登·約翰遜 (Lyndon B. Johnson) 負責。我在「Cal Ship」(加州終端島)工作，實行所謂的「輪班制」(下午4點到午夜)。那時我還在Roland West Enterprises擔任經理。此時羅蘭已經駕駛他著名的遊艇穿過巴拿馬運河到達佛羅里達州，在那裡他度過了大部分時間。此時他的公司已經停止製作電影，羅蘭也退休了，留下我來管理他在加州的投資。這很艱難。我從早上8點到下午2點30分在Pacific Palisades工作，然後跳上一輛車，像瘋子一樣開車四十英里的長灘，一直工作到午夜！

我同時做兩份相距很遠的工作，工作十五個小時，開車三個小時，睡覺四個小時，還有兩個小時吃飯和放鬆的時間。

但是，正是在“Cal Ship”，我愛上她了！瘋狂而徹底！她的名字是自由號。她是一艘重達萬噸的船，以今天的標準來看，她的體型很小。但對我來說，她是我見過的最大、最美麗的東西。我學到了有關自由號的一切知識，並成為了專家。我知道自由號上的每一個部件，從船頭到船尾的砲座。

一段時間以來，歐洲一直處於戰爭的痛苦之中。事情看起來很糟。大約在這個時候，珍珠港遭到轟炸，美國被捲入戰爭。在造船廠，我們每週 7 天、12 小時輪班。我從佛羅里達打電話給羅蘭，請他將我從羅蘭企業解僱。我只能做造船廠的工作。

在“Cal Ship”，我焊接了 20-25 艘船。大約在那個時候，W.A. Bechtel 公司在加州索塞利托開設了一家新的自由輪造船廠，稱為海洋造船公司 (Marine Shipbuilding Corporation)。我被晉升為焊工總領班，並搬到舊金山領導每天的第二班。我做了。

請記住，這些是有史以來第一批用焊接製成的船隻。對一個年輕人來說，這是一項巨大的責任。我為這家公司焊接了大約 20 艘船，焊接了數千英里。

七十年代，索塞利托 (Saucelito) 成為世界「嬉皮風格」之都。

「嬉皮」的聚集地。我只能說，當我在戰爭期間擔任造船工人時，那是一個沒有嬉皮或鮮花的嚴峻地方.....只有污垢、煙霧和骯髒的天空。

有史以來建造的第一艘「焊接」的船（傳統上船舶都是用鉚釘鉚在一起）是「Frelagar」號——建於 1918 年。建造花了兩年時間，雖然我還太年輕，甚至不知道她的存在，但她的建造很重要，因為它證明了船舶可以成功焊接。

她是為英國海岸服務而建造的。後來她橫渡大西洋，經過巴拿馬

運河，賣給做水泥貿易的公司。我記得關於這艘船的事件是這樣的報道：“當她裝滿一萬袋水泥時，她偏離了航線，衝進了懸崖。”

“她的船頭像手風琴一樣皺巴巴的——但是，她沒有沉沒。”她是水密的，成為焊接船舶的標竿。她被從岩石上拖了出來，拉直船頭，又航行了很多年。如果她是一艘被鉗牢的船，她就會像石頭一樣沉沒。然而我認為她後來變得過於輕率，與一艘更重的船相撞，翻船而沉沒。

在 Main Shipbuilding Corporation 工作了一段時間後，我離開並前往南卡羅來納州的查爾斯頓，為那裡的一家造船廠做了幾週的顧問（在某種程度上是自由輪的專家）。後來我去了南卡羅來納州的傑克遜維爾 (Jacksonville)，那裡的一個新造船廠 St. Johns Shipbuilding Corporation 剛開始建造。聖約翰造船公司規模很大。它有 28 種方式。公司任命我為...「自由輪」的焊接主管。

在戰爭時，建造船隻是一場嚴肅的競爭。如果 Fuehrer 造船可以在 21 天內建造一艘船，我們就必須在 20 天內建造她。然後我們聽說 Fuehrer 可以在 18 天內建造她，所以我們必須在 17 天內建造一艘。我成為了預製結構的先驅。曾經有一段時間，我們為了舉起了一個全焊接重達 200 噸的上層建築，我們用了四台 50 噸的起重機！

今天，我不會為任何事或任何人冒這樣的險——我現在已經將我的宗教信仰改為「虔誠的膽小鬼」。但那時我年輕任性，還和海事專員打過賭。我必須進入地獄！擊敗 Fuehrer 造船。

最終，不再建造自由輪了，我辭職去梅里爾·史蒂文斯船塢 (Merrill Stevens Dry Dock) 工作。那是修理廠，而不是造船公司。有很多從戰場歸來的船隻急需修理。這可能是所有焊接中最困難的。

我們接收並重建了醫院船、戰艦、商船。其中許多因潛艇和空襲而遭受了令人難以置信的魚雷或砲彈造成的損壞。修理醫院船給了我很大的個人滿足感。

我正在做出貢獻。

這裡的焊接方式非常特別。我們處理了從機艙災難到安裝新桅杆的所有工作。每份工作都是不同的。沒有可以參考的「藍圖」；這是一個「剪裁合體」的案例。有一天，一份緊急呼籲要求一名擁有海軍測試 1# 和海軍測試 2# 的焊工報到。它是鍍鋅鋼板和鋼板焊接而成。這是在波多黎各。我其實不想去。我剛買了一艘遊艇，住在傑克遜維爾，不工作的時候就住在上面。但是，似乎沒有其他人通過了這些複雜的測試。我有，所以我去了波多黎各為海軍焊接。當然，當時是戰時，所有工作都被認為是緊急的。我不喜歡在雙層底上焊接鍍鋅鋼，因為煙霧太可怕了。我必須每小時喝

一杯牛奶以防止自己生病。但我很高興最後做完了，我終於可以離開了。

然後我去了紐約市。她是我以前從未去過的“大蘋果”，明亮的燈光很誘人。戰爭仍在進行，我為國防而工作。我被分配到布魯克林海事焊接公司擔任焊工。但是，這些是小型魚雷艇，用於在灘頭陣地登陸部隊。對我來說，他們就像是在我習慣了數十艘大船之後才開始製作玩具。沒多久，我就厭倦了製作這些“玩具”，一周後，我就知道了關於它們的一切。

有一天早上，我在紐約接到一個電話。來電者是一位非常高級的軍官。那一次電話結束了我的造船生涯，也改變了我的生活。

(To be continued)

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權 · 保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 編譯

第四篇

在造船廠，我學到了很多關於應力和翹曲的知識。船舶焊接時會產生很大的變形。若要不扭曲，就會有無法釋放的「殘餘應力」。我對此深思熟慮。焊接船舶時最重要的是採用那種焊接順序來焊接，使翹曲最小化，而應力也最小化。我不斷規劃焊接件的順序，以便「計算出」應力。例如，我們會從船的中部開始焊接，並焊向鬆散的末端，以確保殘餘應力最小。我花了很多的晚上熬夜試圖改進這個順序。

我也成為了熱收縮的專家。我們的工作人員會在艙壁上精確規劃加熱位置點，然後在熱點周圍噴水。我們利用了這樣一個事實：當鋼被加熱時，它會膨脹，但當這時，它會比原來冷卻的尺寸收縮得更多。因此，我們可以縮小鋼質艙壁的翹曲程度。

如果拿一塊金屬並加熱它，就可以看出這一原理。您會驚訝地發現，在它變成球形而不是立方體之前，需要加熱和冷卻好幾次。

當我在聖約翰造船公司負責焊接時，造船廠總經理奧馬霍尼 (Mr O'Mahoney) 先生有一天早上把我叫到他的辦公室。我還記得當他告訴我一些自由輪在海上裂開時我的震驚。幸運的是，我所做的那些船沒有任何問題。不過，他要求我思考這個訊息。

我被邀請去參加一個會議，與會者包括來自海事委員會的兩位先生、船廠主管尼爾森先生和一位船舶建築師。我們的船還沒有解體，但大家都很恐慌，因為 Feuhrer 造船廠的一些船在使用中也解體了。

有人問我「為什麼焊接的船會沉沒？」我回答：「因為鋼材不好，焊條也不好」。這位船舶建築師憤怒地跳了起來，說：「我們所有

的焊條都獲得了勞埃德船級社的批准」。我回答說，勞埃德銀行可能在保險方面擁有豐富的專業知識，但他們對焊接或什麼是好的電焊條一無所知。「如果他們這樣做了，」我記得我說過，「他們就不會贊成使用這樣垃圾的焊條。」

然後我解釋說，焊接會加劇鋼的脆性。在某些條件下，普通鋼材會表現得「桀驁不馴」並變脆。當臨界應力變得過大時，就會斷裂。我解釋說，焊接行為將不可避免地導致鋼材中產生殘餘應力以及內部應變。如果鋼材容易開裂，這些因素就會對這些脆性裂縫的沉澱和傳播產生影響。然而，如果鋼具有缺口延展性，則鎖定應力就不會開裂。我解釋說我們使用的鋼材沒有缺口延展性。我進一步解釋說，我們使用的電焊條導致了焊道底層的裂縫。

會議在對我的言論的嘲笑中結束了。輪機工程師將此歸咎於焊接順序。（我知道他錯了，因為我對這個序列研究得太多了，不會

錯的)。會議結束時沒有任何成果，也沒有人與其他人達成一致的結論，尤其是我。

幾年後，事實證明我是對的。導致這麼多 Feuhrer 建造的自由輪破裂（其中兩艘神秘沉沒——只是消失）的問題是由於鋼材脆性造成的。

美國缺錳（低碳鋼的一種成分），而且他們已經逐漸減少用於製鋼的錳用量。然而，碳的供應充足，而且使用過於慷慨。結果是鋼材因為太脆而斷裂。造船廠（費爾菲爾德造船公司）的所有鋼材均來自伯利恆鋼鐵公司。這一碼的傷亡率為零。原因是這家特殊的鋼鐵公司提供的缺口韌性鋼在焊接時不會變脆。後來也發現電焊條使用的藥皮含有水分。這種水分導致氫氣被困在焊接沉積物中。這會導致焊道底部開裂，從而導致船舶故障。戰爭結束後，我的理論被證明是正確的，即是材料有問題，而不是帶著焊機創

造新世界的這群人。

我從中學到了一個對我很有幫助的教訓。您永遠不能依賴所焊接鋼材的品質。它很可能對缺口楔子敏感且脆弱。因此，必須使用能夠焊接缺口敏感鋼而不會故障的焊條。對於維護來說尤其如此，因為人們很少知道所焊接鋼材的「成分」。任何使用普通廉價生產型電焊條進行維護應用的人實際上都是在賭俄羅斯輪盤。零件出問題只是時間問題。

美國在戰爭期間建造了 2710 艘自由輪——就像豆莢裡的豌豆一樣——但其中有 1,000 艘慘遭沉沒。這表明普通生產焊條在某些情況下甚至不足以用於生產。我學到的教訓是，使用普通的低品質電焊條可能會導致人們喪生。工業界需要更高品質的電焊條。我發誓有一天我會看到他們擁有它們。

這是夢想的曙光，最終成為 MAGNA.....但那是另一個故事了。

當我發現焊條獲得了美國海事委員會的批准並符合其規格；美國焊接學會(the American Welding Society)；美國機械工程師學會(The American Society of Mechanical Engineers)；倫敦勞埃德(Lloyds of London) 規格並符合美國海事委員會的批准和其他各種規範都失敗了，我清楚地意識到規範並不是評估電焊條的可靠方法。

我認為規格實際上意味著可以使用的最低、最便宜、最基礎的品質。在我看來，情況應該相反——規格應該是可能製造的最佳品質。

該系統當時的工作方式（通常至今仍然有效）是由美國焊接協會或勞埃德協會決定電焊條規格的類型。該規範通常在發布之前就

已過時。該規範實際上規定，滿足該規範的電焊條是可以使用的最低品質的電焊條。美國焊接協會甚至不親自測試電焊條！電焊條的製造商只需證明其產品符合該規範，並且證明文件只要是真實的，就可以過了。

我相信，AWS E 6010 電焊條的規格至今已有至少 40 年歷史，甚至可能更接近 50 年歷史。然而，如今大多數電焊條製造商仍然按照這個近 50 年歷史的規格進行銷售。美國焊接協會等外部機構並未測試該產品以確定其是否符合規範。

規範的使用和所謂的「批准」極大地阻礙了提高品質。製造商沒有動力去生產更好的產品——相反的，如果他確實提高了產品的質量，他就會受到市場的懲罰。他的製造成本雖然更高，但他必須以與競爭對手相同的價格出售產品，競爭對手盡可能計劃生產低品質的產品，但他仍然可以聲稱「符合勞埃德的批准」或「符

合 AWS 規範」。

規格就像田徑比賽中的跳高。當跳躍標桿放置在 6 英尺處時，如果選手越過跳桿，則稱他跳過了 6 英尺。如果一個更好的選手跳得比標準高 5 英寸，他仍然被稱為跳了 6 英尺。比其他人跳得更高並沒有額外的分數。今天以及過去的許多年裡，生產電焊條都是按照規格製造的。這場競賽並不是為了看誰能生產出最好的產品——獎勵反而授予那些能夠生產最低品質但仍然聲稱符合規定規格的公司。

這就像舉辦一場賽馬，並為賽馬場上的每一匹馬都頒發相同的獎項。而不是只頒發給最先抵達賽道的那匹馬。如果焊接工業中使用的系統也用於賽馬，那麼不久之後，就會看到胖子騎著老犁田馬。任何老馬都能跑完 $\frac{3}{4}$ 英哩。因此就沒有動力改善品種，賽馬的競爭很快就會消失。在焊接行業，鼓勵製造商生產低至最低規

格的電焊條會破壞電焊條的品質。而一些工程師至今仍要求「勞埃德批准」或「美國焊接協會規範」。

公眾需要比現在更多的保護。任何人都可以使用“次”級鋼絲（有缺陷的鋼絲）製作焊條，在上面塗上任何泥土作為藥皮，聲明它符合美國焊接協會規範，或者他們幾年前製作的一批特殊批次已獲得美國焊接協會或勞埃德的批准。他們可以以便宜的價格出售這些電焊條。工程師會接受它們，因為「它們滿足最低規格」。

沒有法律可以阻止他們。當這些「規範和批准的」電焊條失效並造成人員傷亡時，公眾將為漏油、死亡和受傷的責任負責。

多年前，當我注意到「規格和批准」模式實際上降低了電焊條的品質時，我查看了其他行業，看看真正經過時間考驗和「世界領先」的產品具有哪些「規格和批准」。我發現所有真正好的產品都

不是按照“規範和批准”製造的。

例如，除了製造商的誠信之外，斯特拉達瓦里 (Stradavarius) 小提琴沒有按照任何規格或批准製造。史坦威 (Steinway) 鋼琴不符合任何“規格或批准”，克里斯汀·迪奧 (Christian Dior) 的時裝、芝華士蘇格蘭威士忌 (Chivas Regal Scotch Whiskey)、Aquascutum 男裝、凱迪拉克汽車 (Cadillac automobiles) 或斯託本 (Steuben) 玻璃器皿都不符合任何“規格或批准”。

很少有偉大的產品是按照規格生產的——偉大的產品都是按照製造商的誠信標準製造的。我當時就發誓（很多年前），我將生產焊接合金、焊劑和電焊條，這些將成為我們行業的最高產品——而不是像所有其他產品一樣按照規格製造。這項決定拯救了多少人的生命，沒有人知道。

批准和規範系統一定有問題。紐約油輪諮詢中心 1978 年 4 月 3 日報告稱，「與 1976 年相比，1977 年美國和英國船隊的傷亡頻率急劇增加」。這是直接報價，證明使用廉價規格的焊條情況並沒有使損失得到任何改善。

這些規範寫得太鬆散，對我來說簡直就是個笑話。這些規格沒有要求什麼高品質的（如脫氧劑、成渣劑、穩定劑、高純度金屬、藥皮中精細研磨的化學物質等）。只需要有少許缺陷的品質即可。所以對品質的控制就像盲人帶著導盲犬看不到電焊條應能滿足規格中所有有限的品質控制要求。

這些規範是如此自由、如此寬鬆、如此不苛求，以至於「一切都可以」。難怪出現如此多的焊接故障以及因焊接故障而造成的人員傷亡。難怪這麼多人對焊接持懷疑態度。

在美國，飛機製造和維護由 C.A.B. (民航局) 管轄。他們對飛機的品質及其維護提出了盡可能高的要求。在焊接業，美國政府讓業者自行監管。(就像讓一隻狐狸看守雞一樣)。該行業將其交給美國焊接協會來制定規範。AWS 編寫了最少的過時規範(並解釋說他們沒有資金做得更好)。在他們編寫了最寬鬆的規範後，AWS 甚至不監管這些。什麼都可以！世界上大多數其他國家都接受美國焊接協會的規範作為基準，並將這些規範複製為自己的規範。

這就是發生許多焊接失敗的原因。我真誠地希望世界各國政府能夠要求最高的品質規範，而不是最低的品質規範，並對其進行監管。

(To be continued)

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權，保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 編譯

第五篇

在我看來，人類歷史上最重要的一天是 1942 年 12 月 2 日。

當人們被要求選出人類歷史上最重要的事件時，他們會選出許多不同的事情。有人說輪子被發明的那一天，有人說人類登上月球的那一天，還有人說人類定義電的那一天，等等。但是，對我來說，人類發現獨立於太陽能源的那一天就是這個星球上最偉大的一天。

人類在這個叫做世界的星球上存在了數千年，人類一直是太陽的寄生者。人體依靠來自太陽的太陽能來活動和存在。數百萬年來，每一個動作都是由能量引起的——每一分鐘的能量都來自太陽。工業以煤炭、石油或電力為基礎進行運營，煤炭、石油或木材經過處理後釋放出熱量或能量，從而產生電力。數百萬年來，人類

一直是一台依靠太陽能運作的子機器。人類吃牛肉、穀物或魚，它們吃的是太陽產生的生物物質。1942年之前，地球上任何事情都是太陽促成的。

1942年12月2日，人類不再是寄生蟲。

第一次，他可選擇依靠太陽的能量來生存，或者不依靠太陽的能量來生存。人類終於能堅持第一次沒有陽光。他可以發展出完全獨立於太陽的全新能源。

1942年12月2日，人類首次證明能源可以從鈾、鈷、銻或氫等元素中獲取，而太陽沒有這些元素。

我很自豪地說，我在使原子能成為可能的過程中發揮了小小的作用。今天，幾磅礦石會釋放熱量，並將繼續釋放熱量（就像太陽

本身一樣)，幾乎是自給自足的過程。在世界上許多國家，原子能發電的成本低於每千瓦 0.002 美分。原子能與煤炭發電相比更具有競爭力。（不過，我不會捲入有關保護、輻射保障等方面的爭議）。

我很自豪（儘管原子能的使用方式很糟糕），我是使原子能成為現實的核心人物之一。

我是那些在年輕時取得最大成就的人之一。我在 25、26、27 歲的時候參與了 Atomic 計畫。我以前從未做過任何事情，從那時起我也從未做過任何事情，我也不打算在未來做任何事情來與我在這幾年歷史性的幾年中取得的成就相匹配。那是我活著的那些年——我真的活著，日日夜夜。比太陽更強大的能量的願景和夢想。一種將人類帶入一個全新的、完全不同的時代的能量。

當世界的進程改變時，我在那裡——我是那一刻——那一刻的一部分。我必須說，帶著焊機創造新世界的這群人透過原子能幫助世界變得更美好。我是著名的曼哈頓計畫的首席焊接工程師。

1948年《讀者文摘》發表文章稱，著名的橡樹嶺原子能工廠開發了14種新的焊接工藝。我數了數，我幫助實現了12種新的焊接工藝，但我不會對《讀者文摘》雜誌吹毛求疵。我對所發生的事情感到敬畏。

我確實想說它的發生（這些新焊接工藝帶來的這些奇妙結果）是因為我所處的位置和我所擁有的機會。更重要的是因為我擁有或將擁有的任何特殊技能或天才。許多人用「天才」這個詞來形容我在曼哈頓計畫中的工作——但我向你保證，我不是、也從來不是天才。我只是分析了問題並試圖解決它們。我犯了很多錯誤，也做了一些正確的事。我的一些成果在我去世很久之後仍然會對

工程師有幫助。

在我們進一步討論之前，我認為我應該解釋一下曼哈頓計畫 (Manhattan Project) 是什麼。在戰爭（第二次世界大戰）初期，愛因斯坦教授給富蘭克林·羅斯福總統寫了一封信，表示他有理由相信軸心國正在試圖開發一種原子裝置，一次推力可以殺死很大的一部分人。他相信這樣的設備是可以建造的，他鼓勵羅斯福總統嘗試更快地建造類似的設備，結束戰爭，從而拯救許多生命。

羅斯福總統立即制定了曼哈頓計畫。

曼哈頓計劃的創建是為了開發原子能並生產原子彈。這項努力成功了，帶著焊機創造新世界的這群人發揮了至關重要的作用。

曼哈頓計畫實際上是一系列數十萬個工程項目，由許多不同的裝

置組成：

紐約的布魯克海文 (Brookhaven)、加州大學、阿貢國家實驗室 (Argonne National Laboratories)、華盛頓的漢福德 (Hanford)、新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯 (Los Alamos) 等。迄今為止最大的是克林頓工程廠區 (Clinton Engineering Works)。雖然我在漢福德和洛斯阿拉莫斯、俄亥俄州的賽奧塔企畫 (Sciota Project) 以及肯塔基州的帕迪尤卡工廠 (Paducah Works) 做過一些工作，但我大部分時間都在克林頓工程廠區度過。

讓我向您介紹一下克林頓工程廠區。美國政府收購了田納西州 2 個縣 (羅恩縣和安德森縣) 的大部分地區，距離諾克斯維爾 (Knoxville) 約 40 英里。之所以選擇這個區域，是因為它的面積大、地處偏遠，並且附近有一條河流 (這是冷卻目的所必需的)。此外，這個區域距離 T.V.A. 相當近。(田納西河谷管理局) 當時

是世界上最大的發電廠。克林頓工程廠區以「橡樹嶺」而聞名，這是在克林頓工程廠區中心建立的一個小村莊的名字。

核子研究中心（橡樹嶺國家實驗室）由近 150 棟建築組成！一座小建築裡有「原子堆」。我在那裡的時候，鈾來自比屬剛果（現在叫薩伊）。當它到達橡樹嶺時，它已被半精煉，呈現約 1 英寸厚、直徑 3 英寸的重型塊狀。這些金屬塊是無害的，它只有輕微的放射性。這些金屬塊經過處理後，被放置在石墨製成的磚塊內。這塊磚的大小與普通的黏土建築用磚差不多。

這些磚塊被堆放在不含鈾的石墨塊之間交替放置。這就是「原子堆」一詞的由來。我提到這一點是因為大多數人都聽說過「原子堆」這個詞，但很少人知道這個詞的意思。

橡樹嶺堆（就尺寸而言並不是很大）的功率可能比世界上所有柴

油引擎功率的總和還要多。

設計和建造了成千上萬個複雜的機器單元，以馬蹄形排列在一個又一個的電池中。該廠的真空裝置是標準發電廠所需真空裝置的3000萬倍(30 million times)。我的工作之一是監督幾乎有足球場那麼大的磁鐵的焊接！您能想像一塊磁鐵的威力如此之大，以至於您無法從它旁邊走過，因為它在50英尺外就對您鞋釘施加了令人難以置信的拉力？

我們建構了一個原子的「秒錶」，可以檢查原子粒子的速度。如果用十億分之一秒來比較。我們必須建造能夠稱重十億分之一公克的看不見物質微粒的秤！

「Y12」是基於奧本海默博士 (Dr. Oppenheimer) 在加州大學建造的迴旋加速器裝置。它可以從鈾 237 和 238 中分離出鈾 235。

然而，它的速度慢得令人痛苦——每年只能分離出幾公克。

讓我告訴你「K25」。這個區域是我待得最多時間的地方。它是由70棟建築組成，其中一棟是地球上最大的單一屋頂建築。「K25」呈U形，帶有「翼樓」，長近2英里，寬133碼。一個較小的單元是其四分之一大小，後來毗鄰它建造的。「K25」由超過100,000個儀表和近1,000英里的儀表管組成。您無法想像在這個龐大的結構中所需的儀表——從絕對壓力和壓差變送器到數十萬個控制設備。

透過將固態鈾轉化為氣體來進行原子分離。然後氣體以令人難以置信的速度穿過數百英里的管道。每隔幾碼，管道就會進入一個與普通客廳大小相當的機器，這是一個像坦克一樣的東西，它由直徑小於百萬分之二英寸(2 millionths of an inch in diameter)的孔製成的篩子。篩子必須承受難以置信的壓力。它們不會因為

灰塵、腐蝕或雜質而堵塞。這些令人難以置信的鎳製篩子同時具有顯微鏡的精度和大錘的耐用性。

這個想法是將鈾 235 與鈾 237 和鈾 238 分離。這是透過使用有史以來最強大的幫浦來實現的，它可以一次又一次地加速鈾氣體通過鎳屏障。最終，鈾 235 (重量較輕)「物理上」會比較重的鈾 237 和 238 移動得更快。最終分離完成，可以取出純鈾 235。

「K25」是史上最大的賭博。沒有人確切知道它是否有效。它無法在小比例模型上得到證明 - 我們必須建造歷史上最大的工廠來看看它是否有效！試驗工廠無法產生相同的結果。它們小得就像在一塊一公尺平方的土地上踢足球一樣。

幸運的是，它確實成功了——遠遠超出了任何人的預期。當我在那裡時，它實際上每月生產 25 磅珍貴的鈾 235

這些幫浦由密爾瓦基的 Allis Chalmers 組裝，旋轉速度超過音速！然而，它們必須製造成千上萬顆。這樣的結果令人難以置信。然而，它們經過不到一百萬小時的研究設計出來的。

現在讓我告訴你關於老扎卡里 (Zachary) 的事。

扎卡里是肯塔基山的一位老人，他製造墓碑。他開發了自己的研磨和拋光花崗岩的「秘訣」。當我們必須以前所未有的方式拋光數千噸鋼材，以防止阻礙產生必要的高速，您認為誰提供了答案？

你對了：

老扎卡里教我們如何拋光鋼鐵，就像人們以前從未拋光過鋼鐵一樣。

札卡里是一位真正的聖經傳道人。他是一位傳教士，也是一位墓碑製作者。每次「扎克」給我上金屬拋光課時，他也跟我講道，講基督在山上、耶利哥之戰以及上帝將如何懲罰罪人：同時我學會瞭如何以某種方式拋光金屬。我認為沒有多少其他活著的人會這樣做。扎克斯早已得到了天上的獎勵。

我希望我有時間和空間來講述在橡樹嶺發生的所有有趣和嚴肅的事件。我想到的一個問題與轉換器有關。（轉換器是類似坦克的機器，包含分離鈾的多孔鎳屏篩）。這些在儲存、安裝和測試過程中必須保持絕對乾燥且無腐蝕。它們很大，我們有數千個。如何保持它們內部乾燥且無腐蝕？一些工程師（他們稱為喬·巴托爾）發現最好的東西是女人的衛生棉。因此，我們訂購了數以百萬計的衛生棉，並將它們包裝在轉換器中。它們比我們發現的任何其他東西都更有效，我們持續的使用它們。

有一天，我在田納西州柯林頓的火車站，一位與我們很熟的站長向我走來。「告訴我」他說，「你在那裡訂購了數以百萬計的 Kotex 衛生棉，你到底在經營什麼樣的工廠？」身為一個年輕人，我很少說不出話來——但這次我目瞪口呆。

按照指示 - 我否認我們曾經訂購過任何此類東西，並告訴他他肯定將我們的產品與其他鐵路的客戶混淆了。

橡樹嶺還有另一個主要路段。這是「X10」。這是由 H.K. 弗格森 (H.K. Ferguson) 建造而由美國海軍管轄。它的目的是透過重水濃縮鈾——德國人在挪威嘗試過這種方法。戰爭結束時，該工廠尚未投產，由於「K25」工廠非常成功，放棄了這種方法。我和我的老朋友總監法蘭克·巴克 (Frank Buck) 成為好朋友，他是一位工程天才，也是他那個時代的傳奇人物。法蘭克過去每週一晚上 7 點定期打電話，問我焊接問題。如果他有什麼真正困難或緊急的

事情，我會在周二去看他並盡力解決他的問題。我是整個專案中唯一的焊接工程師。我在「X10」工程上花費的時間最少，因為它是所有工程中最小的，而且似乎優先級最低。

橡樹嶺給了我一個完全不同的世界——就是對未來的預演。我變成了一個不同的人，因為在橡樹嶺，我分擔了一項巨大的責任，我在很小的時候就承擔了如此多的責任，以至於我必須以一種我以前從未知道可能的方式奉獻自己。從某種意義上說，從技術上講，我的一生都是在橡樹嶺開始和結束的。我從來沒有做過如此複雜的事情——自從這或甚至接近我在橡樹嶺所做的事情以來，我從來沒有做過任何事情。

在下一期中，我將向您介紹我在早期版本的《帶著焊機創造新世界的這群人》中提到的有趣主題——改變我生活的那通電話。

(To be continued)

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權 · 保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 編譯

第六篇

改變我人生的電話是在清晨打來的，當時我正準備前往紐約港造船廠上班。

打電話的人是美國陸軍工程兵團的科尼利厄斯上校 (Cornelius)。他問我是不是 Leon D. Richardson，並向我解釋說他打電話來是為了一件對戰爭努力非常重要的事情，我是否願意幫助他。然後他說，可以問我一些問題嗎？他接著問我二年級的老師叫什麼名字？

我小時飼養的第一隻狗叫什麼名字？其他一些簡單的家庭問題，他要相信自己確實在和對的人交談。

「理查森先生，」他說，「我打電話的目的是請您在對戰爭關鍵的

問題上提供協助。」科尼利厄斯上校問我是否可以幫忙。作為一個負責任的公民，我自然接受了。然後他接著告訴我，我、一位 G. Williams 先生和一位 J. Stewart 先生將安排在曼哈頓伍爾沃斯大廈 (Woolworth Building) 19 樓會面。「辦公室，」他繼續說道，「是凱萊克斯辦公室 (Kellex office)。」後來我才知道，這個辦公室是 M W Kellogg Engineers 為手邊的計畫所設立的特別總部。

我一大早就見到了喬治威廉斯 (George Williams) 先生和傑克史都華 (Jack Stewart) 先生。他們向我解釋說，政府希望我接受曼哈頓專案焊接工程師的職位。

他們向我保證要保密，並向我解釋曼哈頓計畫是羅斯福總統創建的，是有史以來最重要的工程項目，是隱藏在田納西州山上的秘密巨型項目。

當時，地球上只有不到 20 個人知道這個計畫的全部內容。他們只能告訴我，這是美國戰爭努力中最重要項目，而這個項目要與時間賽跑。他們要求我盲目地做出任何必要的犧牲。

我問他們為什麼以及又如何選擇我。他們說他們不知道，因為僱用我的命令來自陸軍工程兵辦公室。他們說軍隊一直在尋找一名焊接工程師，並透過詢問或聯繫美國焊接協會等方式追蹤到了我和其他幾人。

在我同意接受他們的需要後，他們打電話給田納西州橡樹嶺，並為我聯繫了頂級工程師特德·羅瑟蒙德 (Ted Rothermund)。我幾乎可以坦白地說特德是個工程天才。泰德和我透過長途電話聊了三個小時！

他問了我很多事情，最後要求我透過電話進行「焊接測試」。我同

意。他給了我 24 個問題，我雖然回答了前 21 個問題是：「我不知道」。不過我的確回答了他最後三個問題。

前 21 個問題是「不可能」的問題- 沒有人能回答的問題，例如，「如果將碳化鎢焊接到碳化鈾上，並將焊縫置於零以下 150°F 的溫度下，焊縫結構會是針狀嗎？」我首先回答說，我甚至不知道如何將碳化鎢焊接到碳化鈾上，事實上，我一生中從未見過碳化鈾。但是，如果我要完成該應用程序，我會進行實驗室測試並找到答案。

他問我的最後三個問題是可以回答的，例如「如果不銹鋼管與 50% 銀鈦焊合金連接，接頭能否承受高度真空」。這個問題我可以回答「不」，因為我有真空系統的經驗。這是一個可以回答的問題。我以為我對前 21 個問題的無知已經結束了我在曼哈頓計畫中短暫的職業生涯。

幾個月後，泰德·羅瑟蒙德告訴我，他僱用我是因為我取得了滿分！前 21 個問題確實無法回答，他之前檢查過的每個人都給了錯誤的答案。最後三個是負責任的，我做對了。他推斷，如果一個人對無法回答的問題給出答案，他反而可能會給他們帶來很多麻煩。

電話面試後，我被錄用了。然而，一開始我很失望。他們讓我在 Kellex 辦公室的繪圖板上工作兩週，設計閥門。我正在做的工作，任何初級工程師都可以做。我當然知道發生了什麼事。他們對我進行「從搖籃到現在」的聯邦調查局安全檢查，以確保我值得信賴不會在接觸到的戰爭機密後，洩漏了這些秘密。

兩週後，我獲得許可並被送往「秘密之城」橡樹嶺。接下來的三年裡，我每週工作 7 天，不分晝夜，在緊張的秘密氣氛中工作。我要和那些被徵召參加戰爭工作的田納西「登山能手」一起工作一個小時，下一個小時和最偉大的科學家一起工作，下一

個小時又和我們的分包商的官員一起工作。我要在這個龐大的專案中到處開著吉普車。我要涉過田納西州永無止境的泥漿。

我負責的焊接技術遠遠超出了焊接科學之前設想的任何技術！我要解決在我之前沒有人遇到過的焊接問題。

這是一個令人興奮的挑戰——當我在諾克斯維爾火車站下車時，我是一個 25 歲的年輕人，步入了 21 世紀，遇到了我的司機，他帶我去面對橡樹嶺的奇妙秘密。歷史即將創造。我將成為這個偉大的歷史性計畫的一部分。

當我第一次到達橡樹嶺時，我對這個項目的規模感到震驚。然而，我沒有意識到這只是一個開始。後來我看到它變大了 1000 倍！

以下是曼哈頓計畫橡樹嶺部分克林頓工程廠的一些統計數據。

- 1.員工數：近 10 萬人。其中包括 49,000 名作業人員和 47,000 名建築工人
2. 14,000 件獨立的建築設備。
3. 所需木材：兩億板英尺 (1 板英尺為 1 英尺長、1 英尺寬且 1 英寸厚的木材體積)。
- 4.用鋼量：15 萬噸。
- 5.混凝土用量：50 萬立方碼。
- 6.巴士：750 輛
7. 55 英哩的鐵路和 350 英哩的高速公路。

這是人類有史以來構想和建造的最大的建築工程，全部在 1942 年 2 月至 1945 年 7 月之間完成。不到 3 年的時間，有史以來最大的建築工程就建成了。

這必須被視為——如果不是——有史以來最傑出的工程壯舉之一。

我在橡樹嶺工作了大約三年，在那段時間我看到了絕對的奇蹟發生。

我知道所有這些資料是因為在戰爭結束時我辭職了。戰爭結束後，我認為沒有理由繼續下去，儘管總警司要求我再待一個月並寫一本關於橡樹嶺機械安裝的書。我最終為陸軍工程兵團寫了這本書，這本書成為一本更大的書的一部分，該書今天收藏在華盛頓特區的國會圖書館。

這些工廠是由私人企業而非政府建造的。主要建築公司有：

斯通與韋伯斯特工程公司(Stone & Webster Engineering Corp.)

凱萊克斯公司 (Kellex Corporation)

J.A. Jones Construction Co.

福特、培根和戴維斯建築公司 (Ford, Bacon and Davis Inc.)

HK 弗格森公司(HK Ferguson Co.)

Owings & Merrill Owings & Merrill

我親自為其中的前 5 個工作。沒有做第六個。

這些工廠的經營者是：

Tennessee Eastman Corporation (Related to Eastman Kodak)

田納西州伊士曼公司 (與伊士曼柯達有關)

Carbide and Carbon Chemicals Corporation (Union Carbide)

碳化物和碳化學公司 (聯合碳化物)

Fercleve Corporation (Related to HK Ferguson Co.)

Fercleve 公司 (與 HK 弗格森公司有關)

Monsanto Chemical Corporation 孟山都化學公司

University of Chicago 芝加哥大學

Columbia University 哥倫比亞大學

University of California 加利福尼亞大學

我與所有這些公司都建立了許多良好的關係，特別是田納西伊士曼和碳化物 and 碳化學公司。有數百名承包商提供了協助。分包商則太多了，我記不清所有的。

我到達橡樹嶺，去見特德·羅瑟蒙德。他身材魁梧，紅臉紅髮，是個出色的工程師。他是頂級的工程師，是該專案真正的總工程師。他告訴我，我的工作已經整修完成，他在他的辦公室給了我一張桌子，因為事情還沒有真正開始。他告訴我在 K25 開始之前我會有一些臨時的熱身工作。（K25 是氣體擴散廠。）他告訴我透過照顧發電廠的焊接來「消磨時間」，並接管 Y12（電磁廠）的焊接。您能想像透過照顧有史以來最大的蒸汽發電廠（其容量是 TVA 諾

里斯大壩的兩倍) 的焊接來消磨時間嗎? 想像一下透過檢查 Y12 的焊接來消磨時間, 我們在那裡一塊一塊地焊接在一起, 這是有史以來最大的磁鐵 - 它是一個馬蹄形, 大約 10 英尺高, 大約 2 英畝大小!

事實上, 磁鐵的焊接聽起來比實際工作更艱鉅。事實上, 這很像焊接一艘船。還有大量的管道焊接, 這也不是一個很大的挑戰。但是, 我確實發現有趣的是焊接儀器。實際上有數千種儀器都與管道相連。其中一些使用了稀有和貴金屬, 這對我來說要弄清楚如何將所有這些獨特的創作焊接在一起, 確實是一個挑戰。

大型 K25 工廠適時啟動。我被調到那裡並被告知這個工廠比所有其他工廠加起來更重要。確實如此。我最初在福特、培根和戴維斯工程師公司工作, 這可能是美國最負盛名的工程公司。

首先，我們建造了一座巨大的建築（我的意思是巨大的），所有的設備都來到這裡進行分裝、處理、重建、測試等。我必須在這裡設置大量的埋弧焊接設備和自動焊接設備，並開始預製大量設備。

隨後，巨大的加工大樓開始動工。我的工作真的變得令人興奮。我被要求解決世界上以前從未聽說過的焊接問題。我建立了一個實驗室並聘請了製程工程師，我們一起開始研究全新的焊接問題。以前從未遇到過的問題。

最大的問題之一是如何焊接管道（從 36 英寸直徑到細管），以便焊接後內部保持乾淨。管道是鋼製的，但內部襯有鎳。我們用 3 種方式解決了這個問題：

首先：我們設計了一種獨特的接頭，使鎳襯裡在距離焊接接頭幾厘米處重疊並連接——這可以防止鎔渣和污垢「燒穿」。

接下來：我們將管子的端蓋蓋好，並在進行焊接時用氮氣吹掃管子，以防止管子內部氧化。

最後：我們將建築物與外界隔離，並讓數十台巨大的「吸塵器」同時運轉，吸走空氣中的所有灰塵。機械師（以及其他人）在進出大樓時必須更換衣服，並且必須穿著消毒衣服、戴白手套等工作，就像外科醫生一樣。

這對管理來說是一個巨大的問題，但管道內部的絕對清潔是必要的，因為任何污垢都會堵塞轉換器過濾器的小孔，使它們無法工作。想像建築工人在比醫院手術室更嚴格的衛生條件下工作。

我在橡樹嶺遇到的另一個問題是真空密封焊縫。我們在製程系統中做了數百萬個焊縫，每個焊縫都必須承受高真空測試。為 Carbide & Carbon Chemicals Corporation 工作的女孩們使用

複雜的機器，當我們向 Carbide 發布一個裝置時，(操作員) 這些女孩會將裝置 (可能包含 200 個或更多焊縫) 抽至高真空，敏感的機器將顯示洩漏的位置。當我談到洩漏時，我指的是微米，最令人難以置信的小洩漏也會出現在敏感的機器上。

一旦找到，我們就必須將該部分取出並放入防漏部分。在處理可裂變材料時，每百年有一微米的洩漏是不可接受的。焊接標準必須超越以前嘗試過的任何標準。

在許多應用上，我們甚至不得不自己製作電焊條，因為在商業場上沒有任何東西可以承受高真空測試。

有很多挑戰 - 包括焊接許多我以前從未焊接過的金屬，例如鈾、鈹和無數的高鎳合金等。其中一些組合非常獨特。

我建立了焊接實驗室、焊接學校、焊工檢測部。焊接學校的獨特之處在於，我們同時教授約 20 種不同的焊接，從埋弧焊、氧乙炔焊接蒙乃爾合金到鍍鎳鋼等。

當我第一次來到橡樹嶺時，泰德·羅瑟蒙德（Ted Rothermund）（對我來說，他是一位超級工程師）與科尼利厄斯上校（橡樹嶺的最高軍事人員）安排，授給我一個「2 號」徽章和一個「2 號優先權」卡片。

當我收到它時，我並沒有意識到這是一個那麼強大的徽章。除了少數人（例如羅斯福總統）擁有「第一優先」之外，我的第二優先身分識別是美國的最高優先級。如果我必須搭飛機，只要我願意，只要出示我的優先順序#2 卡，我就可以獲得將軍座位。我經常去旅行，由於我的優先順序排名第二，我可以獲得任何我們需要的東西。我記得有一次我去了喬治亞州亞特蘭大，那裡有數百

台電弧焊機。一家大型飛機公司購買了它們，但根據我的第二優先級，我把它們從他們那裡拿走了，並將它們送到了我們需要它們的橡樹嶺。優先級#2 許可使我能夠去任何地方，任何地方，甚至是在最秘密的政府行動中。我是少數被允許進入橡樹嶺各個區域的人之一。我的優先順序#2 評級讓我可以得到我想要的任何東西，從稀缺的酒店房間，一千個風扇來冷卻我的焊工，或者購買稀有金屬。

我記得一個有趣的情況。戰爭期間，銅供應短缺。令人驚訝的是，白銀更容易獲得——但它自然是一種貴金屬。在 Y12 電磁廠，我們有許多巨大的電導體。我記得有一根母線大約一公尺見方，大約 40 英尺長。那是純銀！在這家工廠中，我們使用了價值超過五億美元的純銀 - 不是因為我們需要銀，而是因為它比銅更容易獲得。我說的是以 1943 年價格計算價值 10 億美元的白銀。以今天的價格計算，白銀的價值約為 40 億美元。

我們向財政部借了白銀。我提到的 1 米見方，約 40 英尺長的電源母線是我見過的最大的單塊銀幣，也可能是史上最大的單塊銀幣。

我記得財政部有 3 個拿著機關槍的人日夜守護著這一塊銀子。這表明了那個奇怪的時期以及我們必須以不尋常的方式工作才能取得成果的方式。不存在「不可能」的事情——如果我們必須擁有某樣東西而它不可用，我們無論如何都會得到它。

我記得有一次我們的蒙乃爾合金管法蘭用完了，我們在兩三週內都無法從製造商處獲得任何產品。一位名叫沃爾特·巴托 (Walter Barto) 的工程師和我徹夜不眠地致力於這項工作。我們用鋼製成了模具，並在鋼上覆蓋了電焊面層。我們使用氣錘作為沖床，使用巨大的鑄件作為工作底座，到早上我們已經製作了 600 個管狀法蘭，即使使用我們簡陋的工具，這些法蘭也幾乎與工廠模具製作得一樣好。

還有一次，當我們來不及購買鎳質閘門時，我們在 3 小時內建造了一家鑄造廠，並鑄造了我們自己的閘門來完成工作。

由於無法焊接腔室的外殼，整個計畫一度陷入困境。每件工藝設備和工藝管道都必須容納到裡面。我們用金屬板建造這些結構，然後對金屬板進行絕緣。之所以需要外殼，是因為它們可以透過電加熱並始終保持恆溫。鈾呈氣態，如果讓它冷卻，就無法「以聲速」泵送通過「魔術」般的多孔鎳過濾器。大約有 2,000 個腔室，每個腔室的大小相當於典型的三房房屋！

我根據這些規格制定了焊接工程 - 我編寫了焊接程序並指定了材料等。地板是鋼質鍋爐板，牆壁和屋頂是 2-1/2 英吋的金屬板。我指定地板是用自動的埋弧焊焊接（我買了 30 台聯合熔化機來完成這項工作），腔室外殼是由紐約詹姆斯敦的詹姆斯敦鋼隔板公司預製的。

特德·羅瑟蒙德 (Ted Rothermund) 叫我進去，指示我花 3 天時間觀察腔室的焊接和拆除重焊，並寫一份有關腔室焊接的報告。我的報告交給了泰德·羅瑟蒙德，他又交給了偉大的科尼利厄斯上校，然後又交給了專案經理 H.馮·阿彭。馮·阿彭是麻省理工學院的畢業生，在工程學方面，沒有人與他匹敵。據說他還與專案經理 J.A.瓊斯相關，J.A 瓊斯又與羅斯福總統的得力助手哈利霍普金斯有親戚關係。

馮阿彭說我會繼續在瓊斯建築公司工作，並向機械安裝總監

「Whitey」米蘭報告。「Whitey」是一位出色的工程師，也是麻省理工學院畢業的。

我認為「Whitey」不喜歡我被「硬塞給他」。然而很快我們就成了好朋友，甚至有兩次一起吃聖誕晚餐。Whitey 說：「如果你要

進入狀況，你將不得不做兩份工作。你將繼續擔任焊接工程師，但我也希望你能成為我的機械安裝助理總監！「這是一個充滿挑戰的挑戰！我曾（帶著年輕時的愚蠢）認為自己是一名優秀的焊工 - 但一名機械工程師， - 我不認為自己可以勝任。我在高中學過製圖，在大學學過一些機械課程。我上過幾門高等數學課。然而，這些都不足以完成史上最大、最複雜的建築項目的機械安裝助理總監的工作。

為了理順腔室的焊接工作，我被安排負責腔室的焊接。請記住，在我負責腔室工程之前，但不是負責焊接（工程師指定如何完成工作，但不負責焊接 - 現在我既是工程師又是焊接人員）。首先，我解決了埋弧地板焊接問題。這些有微裂紋。我製作的測試樣品沒有裂痕。為什麼它們不在實驗室裡開裂，於是進行了開裂調查，發現助焊劑製造商因為戰時短缺錳，因此助焊劑沒有放錳。我從聯合碳化物公司購買了錳，並將其與助焊劑混合，問題就解決了。

(焊劑是粉末、糊劑或液體，在焊接之前和/或焊接過程中塗在金屬上以提高清潔度，從而提高焊縫的「抓力」。)

然後我解決了腔室外殼的焊接問題。首先，我和一個名叫約翰·伯格倫德 (John Berglund) 的人一起去了紐約的詹姆斯敦 (Jamestown, New York)，並理順了這些部分的製作。沒問題了。然後我開始監督橡樹嶺的鈹金焊工。在這裡我又遇到了一個大障礙。

這項工作極端的工會化，而我卻不是鈹金工會的成員。鈹金工人工會代表 Pat Ryan 告訴 J.A. 瓊斯建築公司專案經理表示，除非我被撤職並由一名工會成員負責，否則他將讓工人罷工。那天晚上，馮·阿彭先生、我和 H.A.Doucha (助理專案經理) 會商了幾個小時並製定了一個計劃。

第二天早上，馮·阿彭打電話給瑞安 (Pat Ryan)，說他已經做出了決定。所有鈹金工人要麼繼續工作，要麼解僱！持不同政見的鈹金工人排隊領取解僱工資，我們只有大約 1,200 人，831 被解僱，其餘 350 人左右都回去工作了。我從未經歷過馮·阿彭所表現出的如此直截的勇氣。在勞動力嚴重短缺時期，他寧願讓 1200 名工人中的 831 人辭職，也不願接受工會的「勒索」。

當然，我一生中從未受到過如此大的挑戰！當馮·阿彭 (Von Appen) 解僱了 831 名員工而不是讓我離開工作崗位時，我必須做出一些成績。幾週內我們就招募了一些鈹金工人；一些辭職的人回來後又被重新僱用。我們繼續完成工作。幾週後我就完成了足夠的腔室，這樣其他工作就不會被耽擱了。幾個月後，我的腔室以每天 2 個的速度增加。事實上，它變成了一條生產線，我們在不到 300 個工時內就焊接了腔室防漏件。

然後，當腔室變得非常好的時候，我就會逐步退出腔室工作（除了少量的情況）。然後我集中精力進行儀器焊接並返回實驗室。我花了很多時間進行管道焊接，並且清楚地記得聖路易斯的中西部管道公司 (Midwest Piping Co) 擁有主要的管道合約。

他們的董事之一是 F.A. Fant。他是一位年長的紳士，撰寫了美國焊接協會手冊有關管道焊接（我相信是在 1939 年成為美國焊接協會的會員）。范特先生教我的管道焊接知識比我想像的還要多。身為主承包商的焊接工程師，我的工作是監督他。我必須承認事實恰恰相反。在這個問題上他比我知道得多，所以我認真地聽了他說的每一句話。

另一件我傾註一輩子心血的事情是冷凍捕捉器。U235 最終與 U237 和 U238 分離後，它進入冷凍捕捉器，將其從原來的氣體變成液體。我得到了最大的讚揚，並對我在冷凍捕捉器的工作感

到最自豪。這些的設計和焊接是一個真正的挑戰。

三年來，我完全投入並全神貫注於我的工作。位於龐大的克林頓工程廠中心的橡樹嶺的生活非常嚴峻。「然而」我的生活條件確實比大多數人好得多。

建築工人住在「統艙」裡，每個統艙有 5 張床，除了社區室外有自來水外，沒有自來水。帶著我的「2 號優先」徽章，我住在軍官宿舍的一間私人房間裡，在軍官的自助餐廳吃飯，並獲得了一輛吉普車。

常常停電，沒什麼事好做的。實際上，我們工程師將整個計畫稱為橡樹嶺（後來眾所周知），並將橡樹嶺村莊稱為「城鎮」。

鎮上有一家藥局、雜貨店、報亭、一個戶外公車站、一個只放映

戰爭宣傳片的劇院、一個供男孩和女孩見面並隨著自動點唱機跳舞的娛樂廳。它還有一個郵局，但除此之外就沒有什麼了。場館內嚴禁飲用烈酒。

我唯一的消遣是每個星期六晚上，由於未婚，我會帶一位年輕女士（通常是碳化物和碳化學公司的女操作員）開一小時車程去諾克斯維爾，那裡有餐館，如果策略正確的話，我就能買到一瓶酒。

在過去六個月的其他時間裡，我寫了一本關於橡樹嶺的書。我必須將它發送給軍隊審查員才能出版。戰爭結束後，我還在橡樹嶺的時候就這麼做了。檢查員保留了這本書並禁止其印刷。兩週後，史邁思博士的書出版了，它揭露的秘密比我的書多得多。事實上，我寫這本書的目的是為了不洩漏關鍵秘密！史邁思博士的書做到了！我當時就認為，我（請參閱隨附的信件副本）對工程的理解比對政治的理解多得多。

我還記得有一天晚上，我接到科尼利厄斯上校的電話，要我午夜在 K31（最後的建築之一）與他見面。我不明白他為什麼要我在星期六晚上午夜來見面。當我到達時，偉大的上校和其他 12 個人正在那裡。其他人是科學家或高階主管。

在這次歷史性的會議上，從冷凍捕捉器中取出一瓶裝有純鈾 235 的金屬隔熱瓶。我們每個人輪流拿著瓶子，然後把它傳遞下去。然後我們低下頭祈禱。我們都處理過世界上第一批大規模生產的鈾 235；那天晚上我們處理的材料是大約兩週後在新墨西哥州聖達菲阿拉馬戈多試驗場引發歷史上第一次原子爆炸的裝藥。

我們手裡拿著的那瓶材料——我手裡拿著的——引發了世界上第一個連鎖反應。那天晚上，歷史被創造了，我們所有人都接受了我們所創造的力量的重大責任。

幾週後，美國戰時戰爭部長亨利·史汀生 (Henry Stimson) 閣下授予我嘉獎狀，以表彰我對原子彈研製的貢獻（還附上了該嘉獎狀的副本）。曼哈頓計畫總司令格羅夫斯將軍與我握手。在那一刻，我一生中再也不想經歷的一個階段（但也不會錯過任何事情）過去了。在那一刻，我偉大的責任就結束了。我是一個自由人，感謝上帝，戰爭結束了。

(To be continued)

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權，保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 編譯

第七篇

1945年8月，上帝和原子彈結束了第二次世界大戰後不久，我離開了橡樹嶺，開始從事民間的工作並重新開始我的職業生涯。戰爭年代對我來說是一次巨大的教育，但那也是一段艱難的歲月。戰爭期間和戰前兩年，除了在橡樹嶺曼哈頓計畫工作了三年外，我還曾在7個造船廠工作。

令我驚訝的是，我發現我現在在工程界很有名。我的名字和照片多次出現在世界各地的報紙上。每當我去一個城市，報社都會接到我的到來，給報紙採訪，通常是電台採訪。原子能的偉大奇蹟在每個人的腦海中都歷歷在目，由於我與這一偉大的科學成就如此密切地聯繫在一起，並受到戰爭部長亨利·史汀生 (Henry Stimson) 本人的表彰，我成為工程師中的名人。

我收到了來自各個角落的工作機會。我幾乎可以選擇任何我想要的工程工作。然而，現在我有冒險精神，而且還只有二十多歲，我不想做一份例行公事的工作。我決定成為一名焊接和工程顧問。數百家大公司邀請我從事顧問工作，持續了約 15 年。

這給了我一個很好的旅行機會並面對各種焊接和工程問題。許多美國、加拿大和墨西哥的大公司曾向我諮詢過，其中包括以下巨頭

Bethlehem Steel Co (伯利恆鋼鐵公司)

Eastman Kodak (伊士曼柯達)

E I Dupont (杜邦)

Ford Motor Co (福特汽車公司)

General Motors(通用汽車)

Thompson Ramowaldrige(湯普森-拉莫-伍爾德里奇公司)

Solvay Process(索爾維工藝)

Spicer Co (Spicer 公司)

National Cash Register(國家收銀機)

Hughes Tool Co(休斯工具公司)

Standard Oil Co (標準石油公司)

Petroleos Mexicanos(墨西哥石油公司)

U.S. Steel Co (美國鋼鐵公司)

等數百家公司。

在那些年裡，我走遍了美國的每一個（人口超過 25,000 人）的城市和加拿大的每一個城市以及許多較小的城市。我找到了諮詢和令人興奮的旅行、結識新朋友、每天面對新問題和學習的方式。

那些年，我和大學做了很多工作。我參觀了普渡大學、杜蘭大學、麻省理工學院、加州大學、麥基爾大學、德州大學、凱斯理工學

院，我想也參觀了一百所其他大學。

我還與美國海軍、美國陸軍、美國空軍、加拿大皇家空軍、原子能委員會以及許多國家的許多軍事部門（包括英國、S.H.A.P.E.北大西洋公約國）進行了大量工作。總部在巴黎等。我估計在 30 多個美國空軍基地做過顧問工作。

我還曾 52 次前往美國空軍研究中心賴特帕特森空軍基地（「今天造就了明天」）。我曾經在那裡與德國科學家一起工作，他們是在德國戰敗後被美國政府從德國僱用的。我最喜歡參觀的另一個地方是納許維爾的阿諾德實驗室，那裡的空軍擁有巨大的風洞和實驗室。我參觀了新墨西哥州洛斯阿拉莫斯開發原子武器的桑迪亞基地大約 15 次。我經常參觀新墨西哥州的白沙試驗場。那裡的沙子像糖一樣，而且很熱。我曾在發射戰後從德國運來的德國 V2 火箭的實驗室工作。

這就是將人類送上月球的計畫的起源，我很高興能參與其中。他們遇到了一些真正的焊接挑戰，我被找去解決這些挑戰。（我在白沙 (White Sands) 的工作將在下一章介紹）。

我在許多軍事基地舉辦了焊接研討會，例如俄亥俄州馬里恩的馬里恩工程站，我不記得還有多少軍事基地。

那些日子我到處旅行。我將在北達科他州的法戈，一周，猶他州的鹽湖城，下一個，密蘇裡州的堪薩斯城，下一個，英國的倫敦，下一個，巴黎，下一個，紐芬蘭，等等。我已經很多年了，很少連續兩週待在同一個城市。我去了加拿大的偏遠地區，從加拿大到亞利桑那州再到塞浦路斯，我沿路參觀了各地的礦場。

我變得有點像鐵路焊接的專家，曾經和鐵路焊接工程師一起搭火車，參觀這裡和那裡的鐵路車間。我飛了很多次，到 1957 年，

僅僅搭乘聯合航空的航班就累計飛行了 100 萬英里！

我不斷地寫作。我會將文章發送給《鐵器時代》等雜誌，他們會發表這些文章並寄出一張不錯的支票，這是增加我的顧問收入的好方法。我不記得曾經收到過拒絕信，而且我在技術期刊上發表了 500 多篇文章（也許有 1000 篇 - 我幾年前就記不清了）。我也以技術講師的身份而聞名。在那些有趣的歲月裡，我在一千次或更多的技術協會會議上發表了演講。

我曾在美國工具和製造工程師協會的 60 個分會上發表演講。我也曾在美國焊接學會、美國金屬學會、美國製造工程師學會和美國冷凍學會的無數分會中發表演講。我在美國儀器協會、美國機車工程師協會和許多其他團體上發表過演講.....太多了，如果不拿出舊的剪貼簿和剪報，我就記不清了。

我在英國、加拿大、墨西哥和南美洲等許多國家進行巡迴演講。
很難想像，在那些忙碌的歲月裡，還有誰比我在高級專業技術團
體面前講課的次數還要多。

THE H.K.FERGUSON COMPANY

INCORPORATED

7.5

25 West 43 Street
New York 18, N.Y.

June 2, 1945

Mr. L. D. Richardson
Room 252 Stina Hall
Oak Ridge
Tennessee

Dear Mr. Richardson:

This is to acknowledge receipt of your wire of May 31st and to explain that absence from the city delayed an answer.

It is quite possible that we can use a man of your wide experience in welding in our organization, and I have already discussed the possibilities of this with Mr. A. Kingsley Ferguson, our President.

We are enclosing with this letter our personal history statement in triplicate. Will you please send one to Mr. A. Kingsley Ferguson in the Hanna Building, Cleveland 15, Ohio, and one to Mr. V. M. Fulton, our Personnel Manager, who is presently staffing a job in Pine Bluff, Arkansas. I am giving both of these men a copy of this letter to let them know that I consider you particularly well qualified, both from your engineering background and years of practical experience, to fill a position as welding consultant for our company or any one in similar work.

I had almost given up hearing from you as I was under the impression you were going to Guadalajara with Whitey Milan.

With best personal regards,

Yours sincerely,

THE H. K. FERGUSON COMPANY

L. K. Rothermund

TKR.T

cc Mr. A. Kingsley Ferguson
cc Mr. V. M. Fulton
c/o The H. K. Ferguson Company
Pine Bluff Arsenal, Pine Bluff, Ark.

INDUSTRIAL ENGINEERS AND BUILDERS
MAIN OFFICE-HANNA BUILDING-CLEVELAND 15, O. CHERRY 5870
NEW YORK OFFICE-25 W. 43RD ST.-NEW YORK 18, N.Y. BRYANT 9-7257

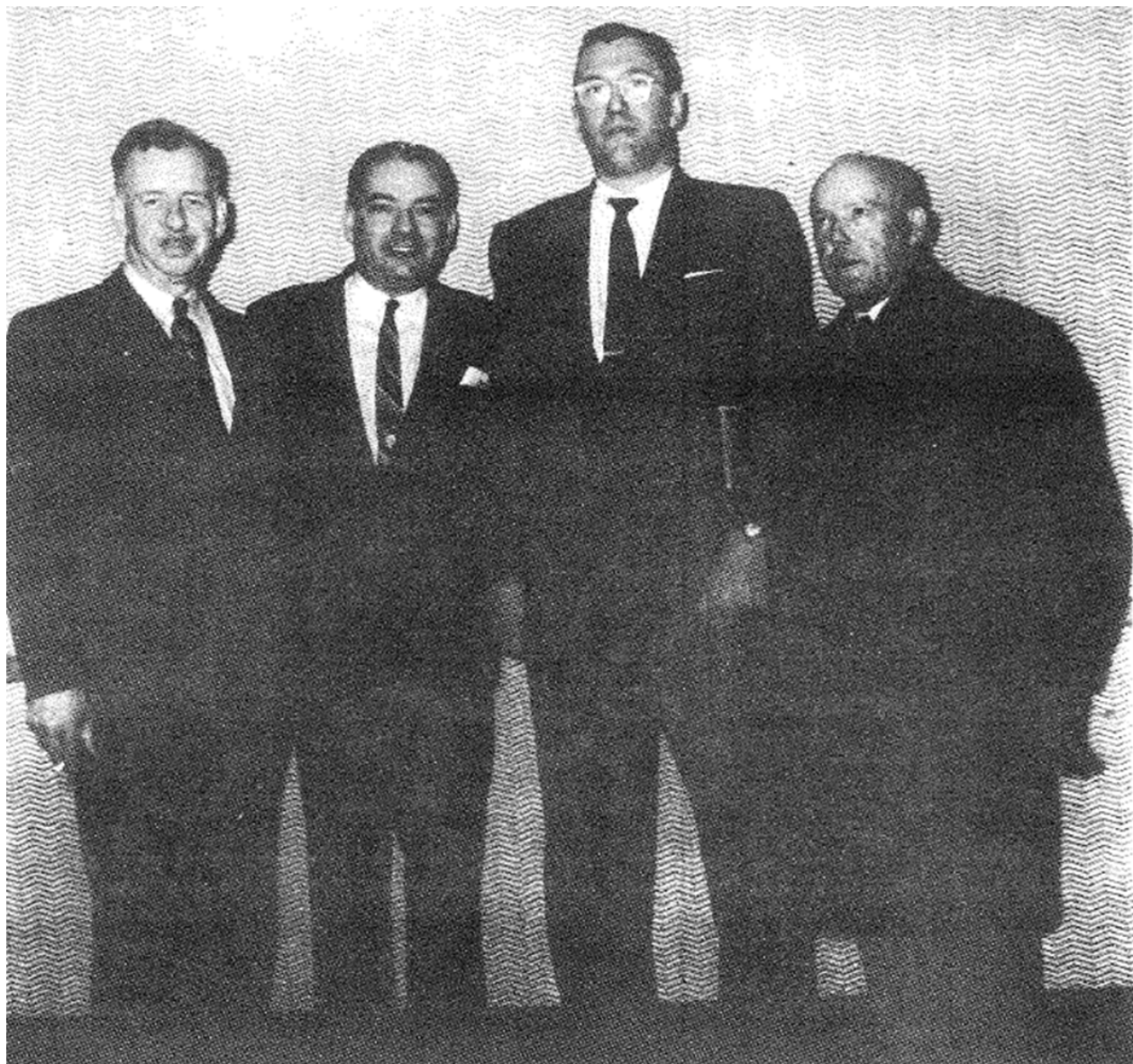
After the war I became a Welding and Engineering Consultant. Above is letter from my old Oak Ridge chief "Engineers of Engineer's", Ted Rothermund, inviting me to work as Welding Consultant at the Pine Bluff Arsenal.

1959 年，我和 Fred Rochii 成立了一家名為「Superweld Incorporated」的公司，總部設在底特律，我的顧問工作就大大減少了。我將在後面的章節中講述這一點。

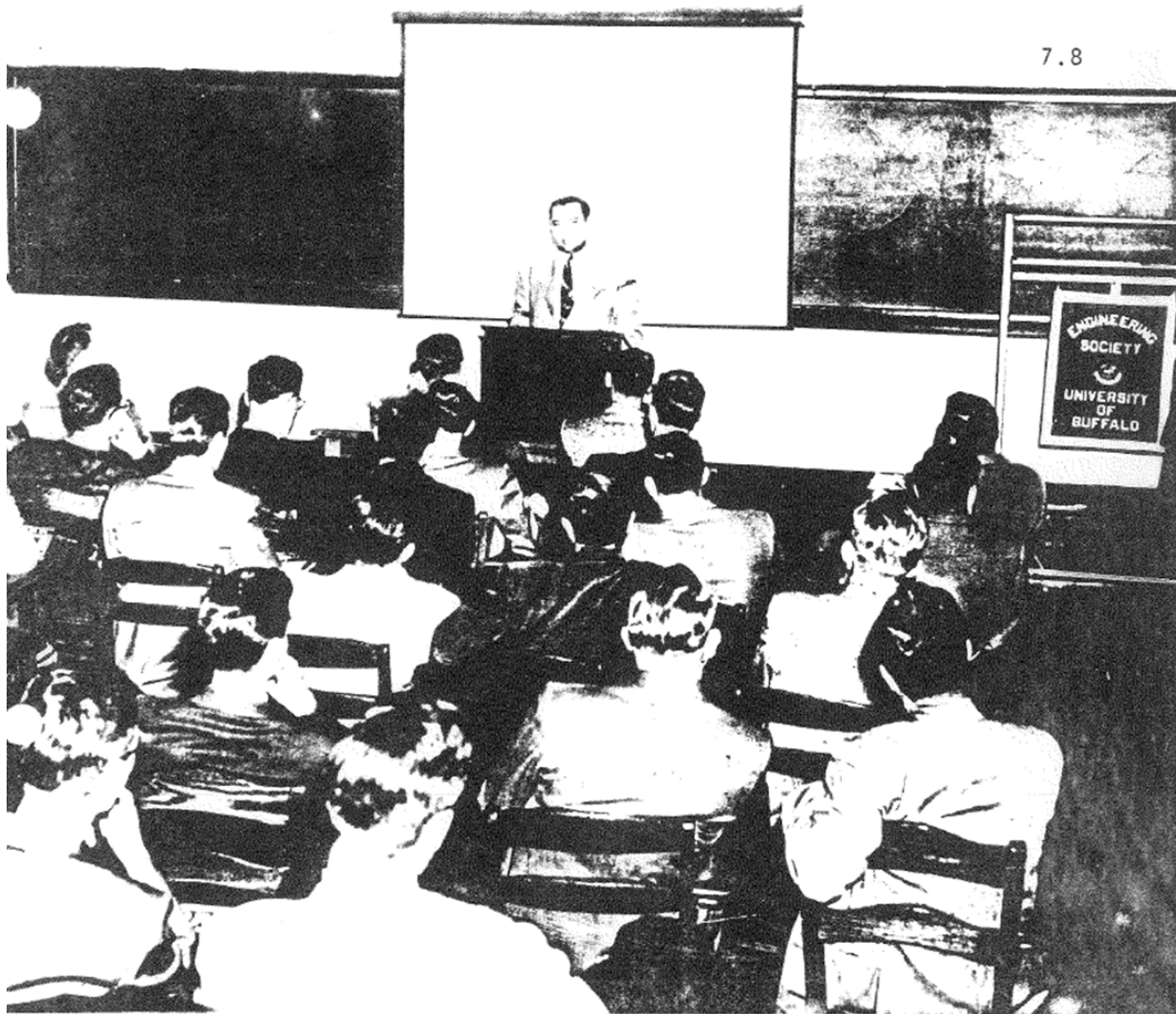
戰後我成為焊接和工程顧問。以上信件的圖片是我的老橡樹嶺首席工程師泰德·羅瑟蒙德 (Ted Rothermund) 的來信，邀請我到派恩布拉夫 (Pine Bluff Arsenal) 兵工廠擔任焊接顧問。



1947 年我在德州達拉斯的辦公桌



1949 年與羅徹斯特大學官員合影



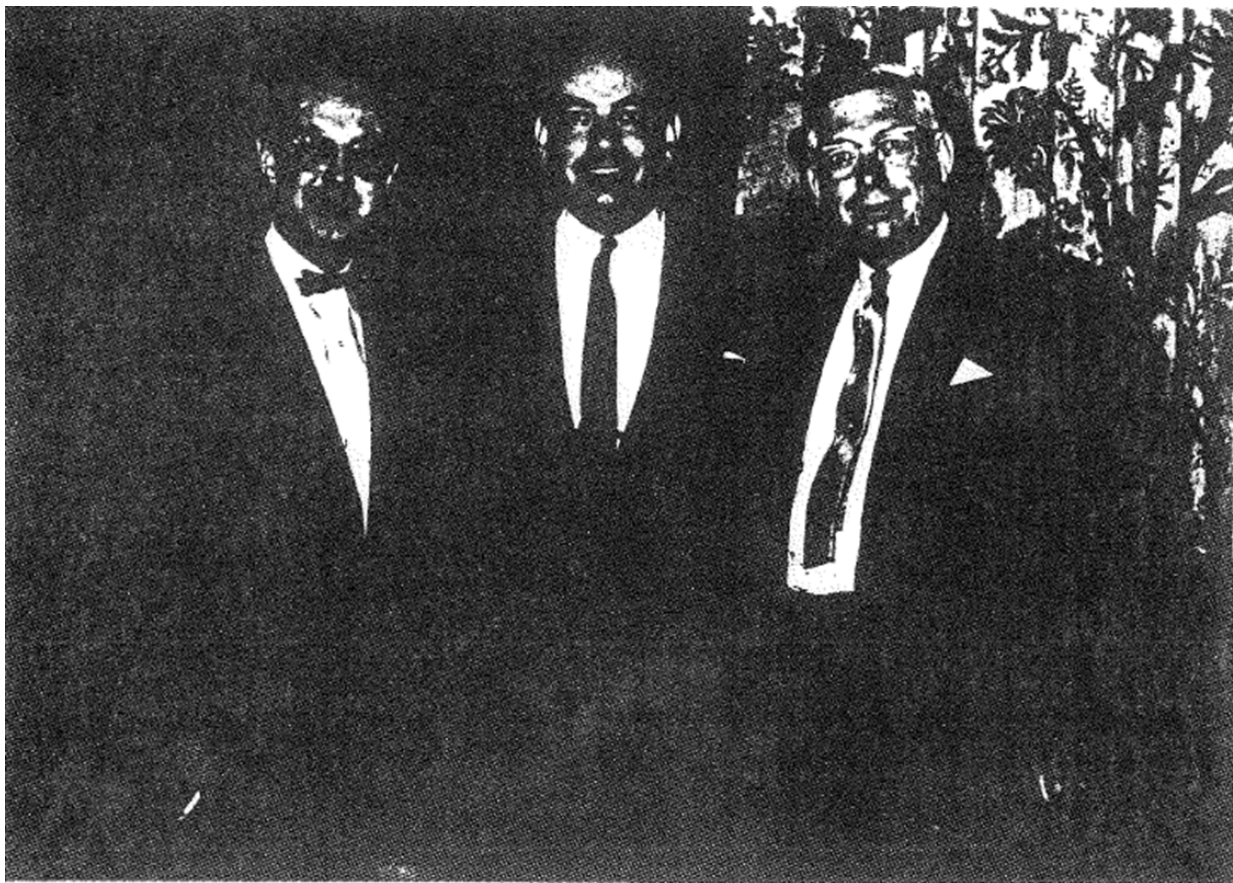
1950 年在布法羅大學 (University of Buffalo) 工程學會演講。



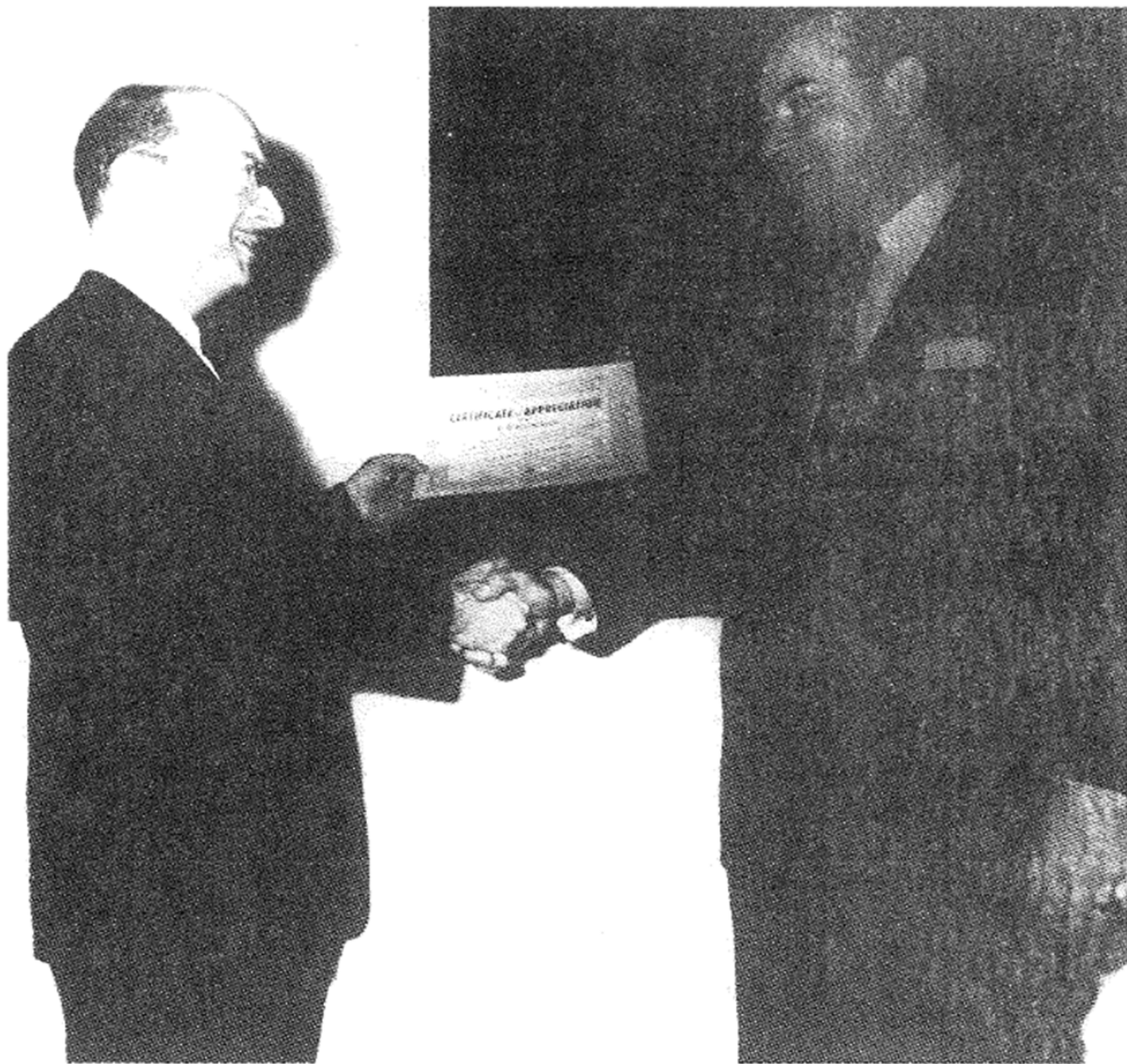
1951年，美國參議員托馬斯·伯克 (Thomas Burke) 在克利夫蘭市長辦公室



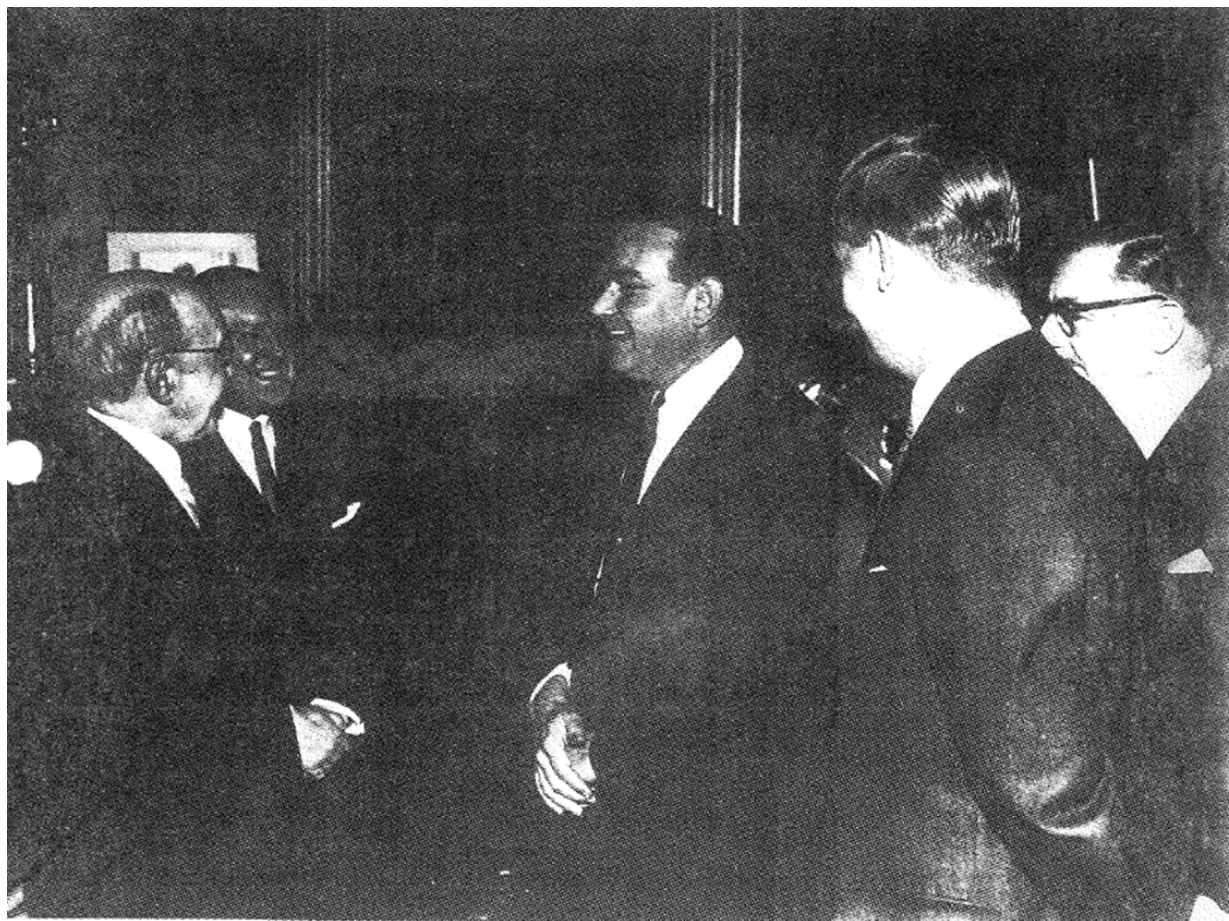
1952 年在倫敦擔任《英國焊接雜誌》的編輯。



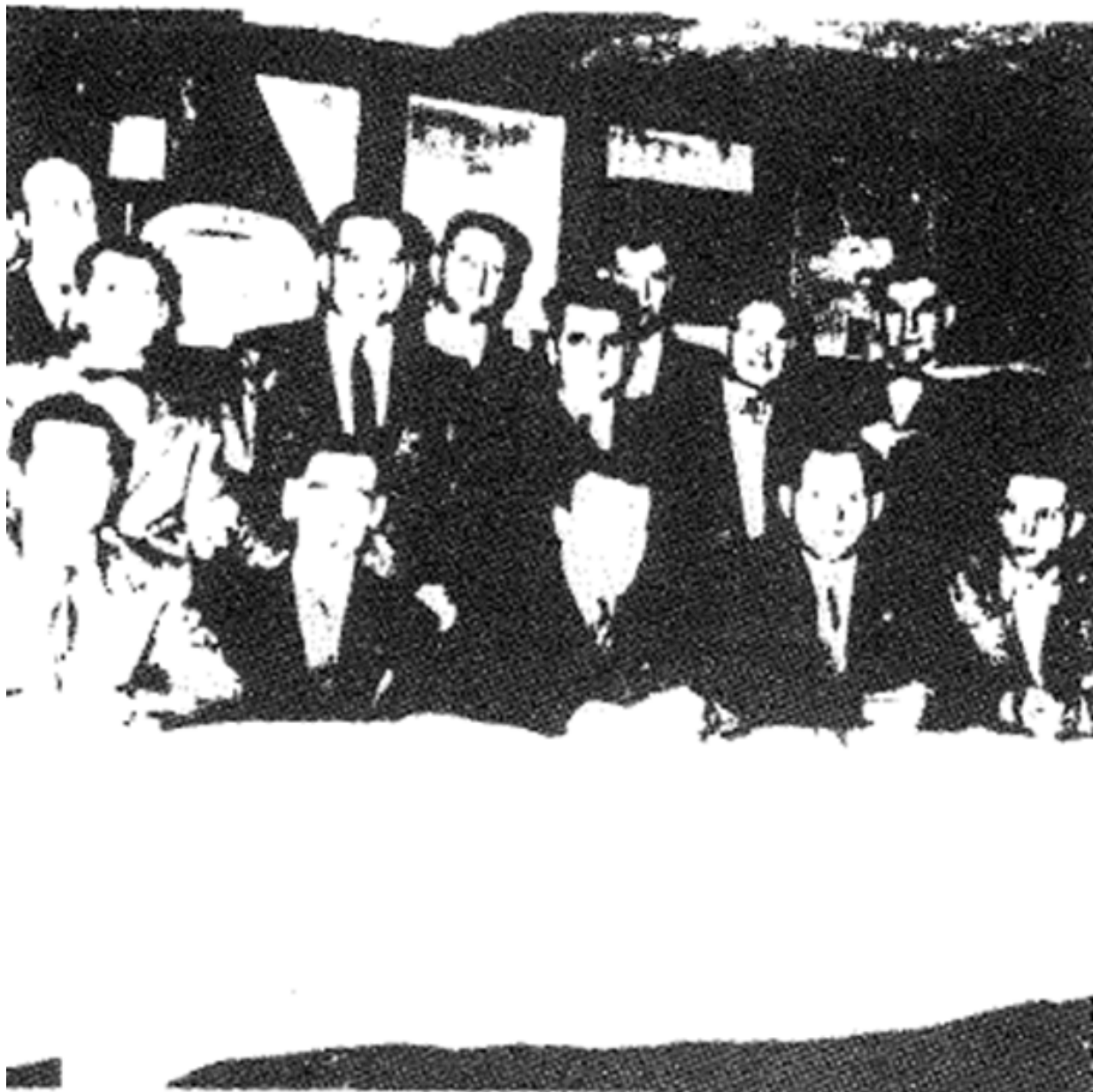
1954 年在匹茲堡美國鑄造協會演講。



1955年，作為年度演講者獲得克利夫蘭美國焊接學會頒發的感謝證書。



格拉斯哥市長和生產力委員會主席的市長辦公室受到了他的推崇。



在安大略省倫敦的加拿大金屬學會與協會官員一起演講後。



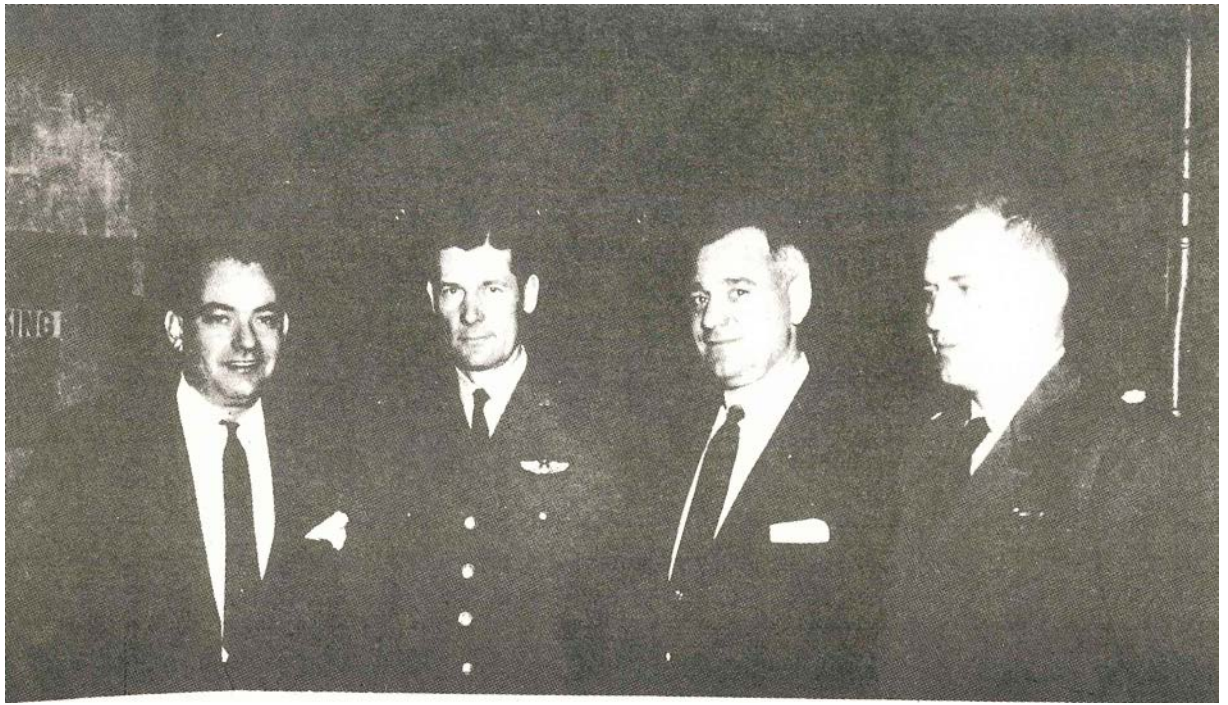
在魁北克省蒙特婁美國工具和製造工程師學會演講後拍攝的照片



在著名鎳礦所在地薩德伯里 (Sudbury) 採礦工程師協會前演講。



Leon D. Richardson 主持的研討會結束後在麥吉爾大學拍攝的照片。



美國空軍在格陵蘭圖勒 (Thule, Greenland)與弗蘭克·埃利斯 (Frank Ellis) 上校和約翰·懷特 (John White) 少校合影。我被帶到這個非常靠近北極的基地來解決與北極防禦相關的焊接問題。

(To be continued)

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權，保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 編譯

第八篇

思鄉天使

「戴安娜」是我見過的最美麗的東西（或者我當時是這麼認為的）。她似乎直奔天堂，沒有任何猶豫、打嗝或繞道。「她是一個思鄉天使！」百威！用濃重的德語喊道。

「百威」和我非常興奮，我們像孩子一樣玩耍，又蹦又跳。我們開始互相丟沙子……笑、哭、尖叫……淚水一直從我們曬傷的臉上流下來。這是歷史上一個美妙的時刻。

很快，「Pabst」、「Schlitz」和「Reingold」也加入了我們，我們五個人跳舞、喊叫、擁抱、擁抱，就好像主隊剛剛贏得了冠軍一樣。

這一切都發生在拉斯克魯塞斯附近的新墨西哥沙漠，而拉斯克魯塞斯在西班牙語中是「十字架」的意思。我們在美國海軍的白沙試驗場。我們剛剛試射了美國領土上發射的第一枚導引（準確地說是無線電控制）軍用彈道火箭。事實上，它是一枚德國 V2 火箭（儘管配備了「美國導引系統」）。

那是 1946 年，我和百威已經非常接近飛行滑道（在「發射台」這個術語被廣泛接受之前，人們就這樣稱呼它們）。我們把自己埋在沙裡，只露出頭。我們戴著墨鏡，為發射進行了非正式的倒數計時……他用德語，我用英語。

我們都嚇傻了，但又拒絕逃到安全的地方。

腎上腺素流過我們的血管，威脅要衝破我們的皮膚，就像一個安全閥卡住的鍋爐。

「Pabst」、「Budweiser」、「Reingold」和「Schlitz」是德國科學家，毫無疑問，也是當時世界上最優秀的科學家。第二次世界大戰結束後，布爾什維克開始以最快的速度抓捕德國科學家，並將他們「遣返」到祖國俄羅斯。美國終於變得聰明起來，也抓住了盡可能多的科學家和德國火箭、V2 火箭和藍圖的庫存。對美國人來說幸運的是，他們得到了火箭界的大師——馮·布勞恩。

戰爭年代，我曾在紐約的美國工程兵曼哈頓計畫的神經中心工作過，然後在田納西州橡樹嶺的實際工程施工現場工作了四年。在此期間，我偶爾會前往洛斯阿拉莫斯、新墨西哥州和其他一些「熱點」地點，要嘛徵用物資，要嘛提供技術援助。

值得慶幸的是，原子彈和上帝結束了第二次世界大戰，我成為了顧問工程師——困難專案的故障排除者。

美國海軍（出於某種我至今仍不明白的原因）獲得了啟動美國導彈計劃的原始特許權或項目。

當然，第一個項目是在新墨西哥州沙漠中測試和改進被繳獲的德國 12 火箭彈的能力。我被邀請擔任顧問。在我們解僱「戴安娜」之前，我們付出了相當大的努力、疲憊的旅行和大量的工作。正是在這裡，我觀看了 V-2 的首次發射。

我在那裡的幾週內，我們試射了相當多的德國 V-2 火箭，每一枚火箭都被賦予了一個女性名字。規則是不能使用日耳曼名字（納粹主義造成的大屠殺對每個人來說仍然記憶猶新）。

由於某種模糊的原因，老實說，我無法完全回憶起來，他們給了我命名第一個的特權。我給她取名為戴安娜，並用木材標記蠟筆在火箭外殼的「腹部」寫下了她的名字。

我給她取名叫戴安娜有兩個原因。我年輕又傲慢，戴安娜聽起來有點像我自己的中間名（唐），以滿足我自己的自我。戴安娜也是希臘神話中的女獵手，這對這第一枚火箭來說似乎是一個恰當、具有侵略性且合適的名字。

當我第一次去白沙進行這個計畫時，我被指示與四名德國科學家一起工作，他們剛從德國戰爭機器的殘餘人員中「招募」進來。我覺得這項任務還包括密切關注他們和他們的工作——儘管沒有這方面的官方指示。

我無法說出他們的名字，因為他們帶有幾乎無法發音的德國排水溝，但我嘗試了幾次後就放棄了。所以我決定稱它們為我所知道並且容易記住的唯一聽起來像日耳曼語的名字。因此，他們有了“百威”、“帕布斯特”、“萊因戈爾德”和“施利茨”等聽起來相當商業化的綽號。

現在，在我討論我們當時面臨的工程問題之前，讀者必須記住，那時電晶體還沒有被發明。電子科學實際上還處於起步階段，我們將工作緩慢、發熱、精緻的玻璃閥門稱為「最先進的」電子產品！

即使使用了這種相當簡陋的三極管型真空管飛彈導引系統，我們也只出現了一次小故障。取得這樣的好成績，或許部分是因為運氣好，但我覺得很大程度是因為當時這些偉大的科學家對細節的一絲不苟。

我在這個海軍計畫中的主要職責之一是幫助完善控制導引系統的真空管。因此，我多次往返於白沙山脈和俄亥俄州代頓的美國空軍航空研究中心之間。

在代頓(Dayton)，我在一個儀器實驗室工作，那裡幾乎每個人都

是「解放」的德國科學家。我用我以前的「記憶聯想」技巧來區分這些新同事，深入挖掘有限的日耳曼名字詞彙，想出了

「Lowenbrau」、「Michelob」、「Pilsner」和「Coors」。我甚至稱其中一個為“Heinecken”，這是荷蘭語，但單字聯想沒有國界。「Heinecken」對我來說聽起來是德語！

當我最終用完這些啤酒名稱（這是最容易記住的日耳曼名稱）時，我不得不求助於“Strudel”和“Schnapps”。當時，記住這些名稱似乎比記住它們極其困難的德文名稱更容易。

我最喜歡的是「百威」。他和我在拉斯克魯塞斯共用一個帳篷。晚上，為了消磨時間，我們做了一筆交易。我教他英語，他教我物理。我認為他得到了更好的待遇，並且進步很快，而我仍在與重力和各種基本物理定律作鬥爭。不過，我確實學到了一些關於電子、儀器、真空管以及德國在戰爭期間使用的（相對）原始電子

通訊方法的奧秘的有用知識。他甚至教我如何吹玻璃和製作管子。只是為了好玩（我懷疑是為了證明他的理論），「百威」和我在我們的帳篷上安裝了我們可以遠端控制的小玩意。我們可以在帳篷裡從遠處觸發滲濾器來煮咖啡。

讀者必須記住，我們當時所取得的成就在當時看來是奇蹟。與當今的電子產品相比，我們的電子產品的簡單性就像將門鈴的電子複雜性與電腦的電子複雜性進行比較一樣。與「百威」合作非常有趣，他教會了我很多。

大多數人相信，當俄羅斯發射太空船時，太空時代就已經來了。20 世紀 50 年代末期的 Sputnik 衛星。我相信火箭技術的先驅確實是中國人，他們發明了火箭並實際上用火箭來運載炸藥。儘管非常不準確，但這些火箭早在火藥傳入歐洲之前就已用於戰鬥！

想到 H.G. 威爾斯 (H.G. Wells) 在 19 世紀寫下著名的科幻小說時的準確程度，仍然會讓人感到驚訝。他的預測非常準確。

很快，一群全新的科幻小說家追隨了他的腳步，其中許多人預言了原子能、軌道太空艙（衛星）和太空旅行的發展。也許有趣的是，當第二次世界大戰降臨到歐洲時，當美國為不可避免地捲入這場全球衝突做準備時，我試圖購買一些有關原子能的小說。但美國政府打著「國家安全」的幌子，悄悄地從所有書店和出版商中撤走了和/或沒收了所有此類書籍。

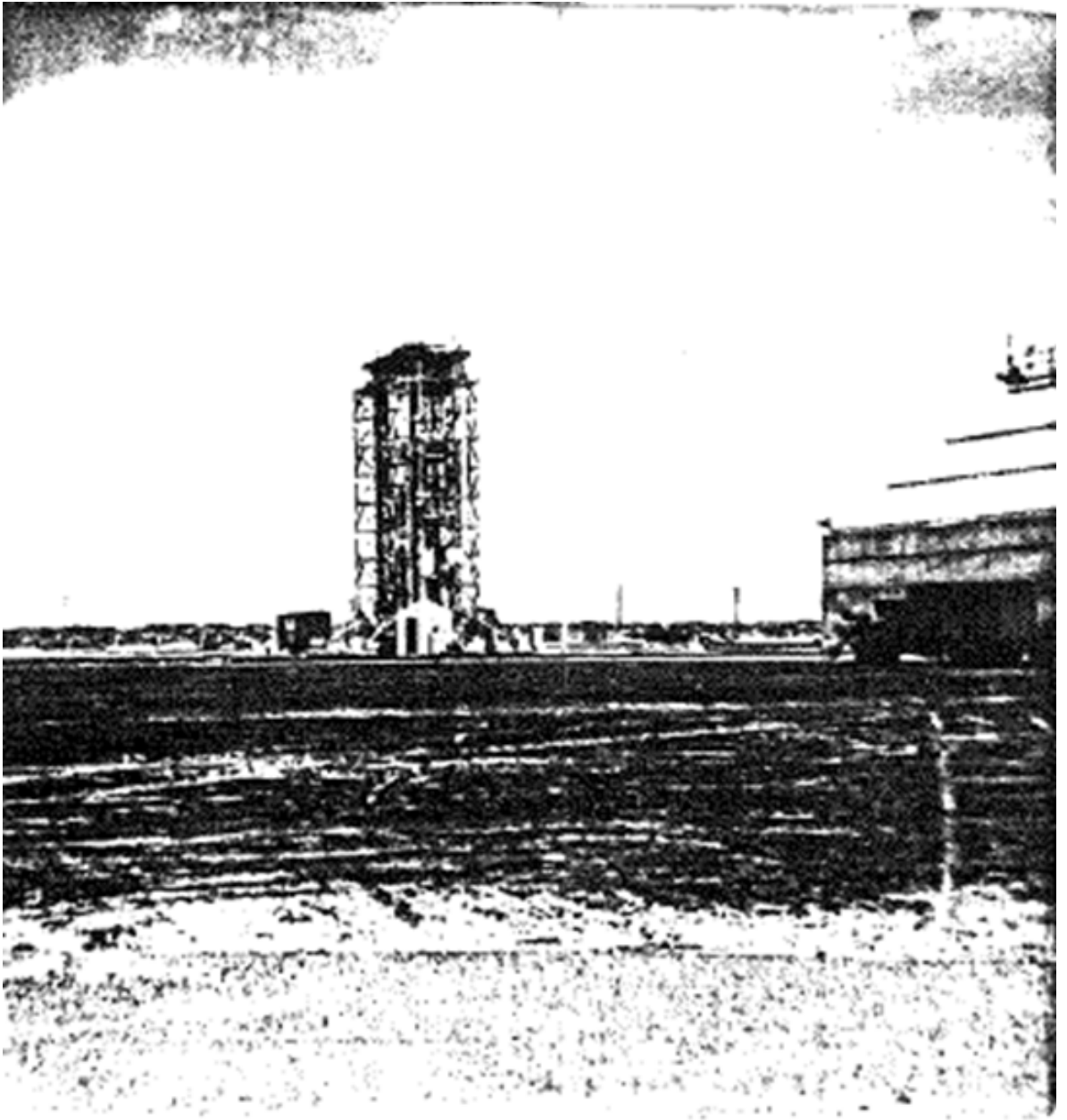
在這些當時的「先鋒」科幻作家中，有埃德加·賴斯·巴勒斯 (Edgar Rice Burroughs) (後來因《人猿泰山》而聞名)、阿瑟·克拉克 (Arthur Clarke)、哈布林 (Hublein)、威利李 (Wiley Lee) 等。回想起來，也許是命運讓這個讀過賴斯-巴勒斯太空旅行幻想的孩子與現實面對面，而後來，我親眼目睹了「戴安娜」

消失在天空中。

這就是「戴安娜」 - 「思鄉天使」。



我還清楚記得當年我們致力於打造「戴安娜」錯綜複雜的導引系統時的「發射滑道」。



與如今卡納維拉爾角使用的價值數百萬美元的履帶式獨立發射台相比，「發射滑道」看起來就像小孩子的遊戲，但在當時它只是純

粹的技術。

在我們「釋放」戴安娜的那天，我以業餘攝影師的身份拍攝了這張「發射降落傘」的照片。

白沙的這個發射滑道是德國 V-2 的發射設施。很難相信，從這個原始的結構來看，僅僅大約 8000 天后，一個人就被送上了月球。這張照片可能是美國政府檔案中唯一的這類照片。

我永遠不會忘記在拉斯克魯塞斯發射這架 V-2 的那一天。我們，「百威」和我，被埋在沙子裡，失去了理智。

「你知道，我的朋友，」他說，「如果戴安娜發射不出去，她可能會用她熱的爆炸性推進劑噴射我們！」

發射時，戴安娜似乎在半空中停頓了片刻，彷彿是在聚集蒸汽，

然後她升空，置身於無數明亮燃燒的尾氣萬花筒之中。只花了「百威」和一秒鐘的時間，我們就從我們自己搭建的臨時避難所裡跳了起來。

戴安娜的力量似乎照亮了黑暗的沙漠天空，然後我們的思鄉天使就離開了。與當今發射重型太空載荷的火箭相比，戴安娜是微不足道的。但對我來說，她就是天空女神。

如前所述，我在白沙和賴特機場與一支由德國科學家和研究人員組成的出色團隊一起工作。

一些科學人士認為我是耐真空焊接和「清潔」金屬高純度焊接等應用領域的專家。

美國海軍和空軍對 V-2 導引系統中使用的現有真空管的性能和可靠性並不滿意，我們的工作是將這些管的容量「延伸」到技術極限。

也許應該要提到的是，如果沒有美國開發的防空武器近炸引信，德國火箭對英國造成的損失和破壞將是相當毀滅性的。它並不是贏得戰爭的武器，但這裡提到它的重要性是為了讓讀者能夠正確地了解當時的情況。（這些保險絲使用微型真空管）。

我接受了看似不可能的任務，例如將鉬與鈹連接以及將鉻精煉到比以往更純淨的狀態。其他棘手的任務包括將這些金屬和其他金屬的小塊相互連接，而不將一種金屬擴散到另一種金屬中，並且在真空管的範圍內！

這些工作就像在大頭針上逐字雕刻主禱文.....可以做到，但並不容易。

我成功了嗎？只是部分。德國科學家想要月亮和六便士。我只給

了他們半個月和三小時。

我確實成功地將最純淨的金屬的最微小的碎片焊接在一起，並且金屬擴散最少——這比以前做得好一個數量級。但他們不希望稀釋。

我們確實非常接近……有時令人痛苦地接近新大陸。聽說我的貢獻幫助美國快速進入太空時代，但我不知道...回想起來我的貢獻似乎很小。

然而，我所知道的是，我學到了很多東西，知識是無價的。

在接下來的幾年裡，我繼續從事許多火箭項目。出於安全原因，它們都被賦予了非描述性的名稱。我記得的一些是「長約翰」、「小喬」和「紅眼」。由於空間預算很大，所以專案非常多。許多這樣的計畫都遭遇失敗並被放棄。然而，沒有人能夠與「我的」

戴安娜相比，即使是當今新的義勇兵飛彈。

自從我看到戴安娜 (Dianna) 升入天空以來的 40 年中，人類進入太空的過程非常了不起。每一項技術進步都緊隨其後。

但是，我同意約翰·奈斯比特 (John Naisbit) 的話，他在他的著名著作《巨型趨勢》中說，在我們的一生中，人類追求進步將比其他星球的實際探索在通訊領域中結出更多的果實。

我們已經見證了衛星預報天氣、衛星測繪、衛星勘測地球資源以及最重要的是衛星通訊的資訊優勢。

人類對外太空的征服已經徹底「重組」了「資訊浮動」。舉例說明：當亞伯拉罕·林肯被刺客的子彈殺死時，我被告知花了五天的時間才將消息傳到倫敦。但當甘迺迪總統被暗殺時，倫敦的報紙在幾分鐘內就刊登了初步報告。

《倫敦哨兵報》給距離事發現場只有四個街區的達拉斯記者打電話，是倫敦通知這位記者甘迺迪已被暗殺！那是 20 多年前的事了。

今天，我們生活在一個更先進的通訊狀態。像雪梨、倫敦、東京或紐約這樣相距數千英里的城市，可以在衛星回波/陸線傳輸「延遲」僅 7 秒的時間內相互通訊。

對我來說，人類探索太空的這個非凡時代始於 1946 年「思鄉天使號」在白沙沙漠的成功發射。

《 全文完 》

COPYRIGHT, ALL RIGHTS RESERVED

版權，保留所有權利

富力康股份有限公司 施以理 編譯