

二〇一八年 科學世界

譯者：林秀靈
袁偉堅

徐氏基金會出版

908

S

013389

二〇一八年 科學世界

譯者 林秀靈
袁偉堅



S9001259

徐氏基金會出版

內政部登記證內版台業字第1347號

二〇一八年科學世界

中華民國五十九年三月十日初版

版權所有

不准翻印

出版者 徐 氏 基 金 會 出 版 部

台北郵政信箱 3 2 6 1 號

香港郵政信箱 1 2 8 4 號

發行人 林 碧 鏗

台北郵政信箱 3 2 6 1 號

譯 者 林 秀 靈

中山科學研究院助理研究員

袁 偉 堅

中山科學研究院助理研究員

印刷者 新高美印製有限公司

三重市長興街九十三號

定 價 新台幣 三十元

港 幣

128 x 15

我們的一個目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識的傳播，是提高工業生產，改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。科學宗旨，固在充實人類生活的幸福也。

近三十年來，科學發展速率急增，其成就超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成事實。際茲太空時代，人類一再親履月球，這偉大的綜合貢獻，出諸各種科學建樹與科學家精誠合作，誠令人有無限興奮！

時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的急要責任，培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如生物、化學、物理、數學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。科學研究與教育的學者，志在將研究成果貢獻於世與啓導後學。旨趣崇高，立德立言，也是立功，至足欽佩。

科學本是互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的意外收穫。

我國國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年之間，所可苛求者。因此，從各種文字的科學圖書中，精選最新的基本或實用科學名著，譯成中文，依類順目，及時出版，分別充作大專課本、參考書，中學補充讀物，就業青年進修工具，合之則成宏大科學文庫，悉以精美形式，低廉價格，普遍供應，實深具積極意義。

本基金會為促進科學發展，過去八年，曾資助大學理工科畢業學生，前往國外深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選譯出版世界著名科學技術圖書，供給在校學生及社會大眾閱讀，今後當本初衷，繼續邁進，謹祈：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者；

主動地精選最新、最佳外文科學技術名著，從事翻譯，以便青年閱讀，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世，助益學者。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。誦誠奉陳，願學人們，惠然贊助，共襄盛舉，是禱。

徐氏基金會敬啓

原 序

本書各章，係針對未來五十年內，預測各項科學發展之趨勢，就建立社會及國際政策上，作一學術性的聯貫。每章由當代著名之專家學者，於其平素研究範圍內，精心結撰而成。

各章之中，作者有持樂觀態度，亦有持悲觀態度者，迥不相同。如赫爾曼·肯恩（Herman Kahn），與安東尼·維納（Anthony J. Wiener），皆認為未來之五十年，當較過去之五十年，有較大的世界性富裕，與國際間之平衡，而驚駭與戰爭之可能性，則較以往為減少。查理斯·史卡洛（Charles A. Scarlatt），則認為充裕的新舊能源，可以無限制的供給世界需要。而基爾·詹森（D. Gale Jahnson），却對傳統式食物來源供應的估計，提出警告。

就持悲觀態度者而言，如菲列·侯沙（Philip m. Hauser）在人口篇中，以為如就目前的趨勢，以瞻望前途，只有那些堅信上天的奇蹟，樂觀於科學的超能，以及倖存於此饑餓世界中的富裕海島，一羣天真爛漫，淡泊無求的居民，纔能對此處之泰然，漠然置之。

在極端份子中，如安東尼·奧廷爵（Anthony G. Oettinger）以為對教育，技術，持樂觀的幻想，已屬「人類錯誤」，曾潑了一盆冷水；布利南（D.G. Brenman）更為我們繪了一幅善與惡的決戰圖（Picture of Armageddon），並且儘量支持其本身學說，僅希望終有一日，能看見和平再度流行。對於以上看法，高登·麥克唐納（Gorden J.F. MacDonald）曾說：“我發覺實在很難想像，真的有何主要武器系統，設於太空基地”。我們真誠的祈求以上的有名推斷之言，不會因為缺乏劫後餘生者來證實，而遭否決。

本書內有幾章相互關聯之處，曾指出一個很有趣的差別，以為在許多新技術中，有些對未來影響甚大，另外一小部份，還更能發展蔚為巨觀。如在人口增加方面，僅就維持一個「活動」的現狀來說，於食物及能量技術上，便需要極大的進展。軍事技術，亦係如此。其所以不斷的發展，主要目的，在於維持國際間武力的平衡。在交通運輸技術方面，納基·哈拉比（Nageeb E. Halaby）認為主要目的，在於求得人口數量及動量上之遞增，能互相配合。

太空，氣象，通訊，及情報等技術，在未來五十年中，都將居於顯著地位，像各種馬達似的來推動這個世界。此即依梯·戴蘇洛浦爾（Ithiel de

Sola Pool) 所謂的「行為技術」，但亦有人認為是「艱深技術 (Harder Technology)」。我們在麥克唐納 (Mac Donald)、湯姆士馬龍 (Thomas F. Malone)、彼爾士 (J.R. Picrce) 與查理斯·笛卡羅 (Charles R. DeCarlo) 的文章中，却發現了珍品。這些文章，給電腦，人造衛星，及電晶體技術，帶來一些非凡的靈氣。越是具有傳統性技術，如非可以促使進步和維持現狀的話，往往會帶給我們「反作用」，或退步，變成了為我們所熟知的貧窮，饑餓，與屈服。但如新的科學獲得進步，一如我們所預測，則將會給我們帶來積極的改變。

那就是應用到國內及國際間政策一些變化萬端的純新技術。

——我們從事於此項專門研究的工作人員，對於技術的改變，影響於社會方面的，其注意力大多集中在許多普遍而長遠的目標上。這些現象，似乎是現代技術特有的結果。其中計有：經濟產量的提高；個人秘密的沒落；公共措施的加強；情報與知識重要之增加；傾於理性的決心之下達；工作與責任之深入與其經歷；以及在制度變更上之方向等，不一而是。

但顯然的，這些論調，在以下各章，也曾一再出現，因為這些文章，大多是為外交委員會 (Foreign Policy Association) 五十週年紀念而作的。故於技術改變，對國際關係之影響，特別強調。肯恩與浦爾二人，預測世界各國的經濟，仍將不斷的增長，但對因此而造成貧富之間的裂縫，究是增大，抑屬縮小，却各持相反的看法。正如技術的演進，曾改變了民衆與政府間的關係。通訊與情報的技術，使國家保密的可能性，亦大為減少。據此麥克唐納認為各國政府的相互關係，亦在變化之中。笛卡羅 (Decarlo) 因而指出在國際事務中，更合理的機會，即是情報技術進步的潛力。浦爾與奧廷爵最後指出，如不希望所有機會，都胎死腹中，則傑出的技術改進，仍然極為需要。

以上這些作家所最感關切的，莫過於「工具」 (Tools) 和打開工具的希望與機會。一般說來，是否要將人類智慧注入到工具的用途之中？則視當時的外交與社會政策而定。也許現行的政策，其中根本沒有「工具」的知識，但其將來之政策，定必含有此項知識，可以斷言，此亦本書所深藏之真正價值。

目 錄

原 序.....	III	(艾曼·梅生)
第一章 武器.....	1	(布利南作)
第二章 太空.....	17	(高登·麥克唐納作)
第三章 交通運輸.....	25	(納基·哈拉比作)
第四章 通訊.....	35	(彼爾士作)
第五章 氣象.....	45	(湯姆士·馬龍作)
第六章 教育工藝學.....	55	(安東尼·奧廷爵作)
第七章 行爲學.....	65	(依梯·戴蘇洛浦爾作)
第八章 電腦.....	74	(查理斯·笛卡羅作)
第九章 能 量.....	86	(查理斯·史卡洛作)
第十章 食 物.....	95	(基爾·尊臣作)
第十一章 人 口.....	103	(菲列·侯沙作)
第十二章 經 濟.....	111	(赫爾曼·肯恩和作)
第十三章 海洋學.....	127	(羅吉·羅威爾作)

第一章 武器

毀滅之光，將可能變成“傳統”的武器，但未來戰爭的形式或許都是不流血的。

現代文明最驚人的特色，並非其奇異的技術，而在於此項技術變化的速率。能在人類生命過程極短的時間內，“舊”的方法即為“新”的方法所取代。所以現在研討未來五十年以後的種種，自是一件極具冒險性的事情。

軍事技術是匯集各種知識的科學。尤其是受後述非技術性因素影響甚大。是故，實為最不可作久遠預測的學科之一。為求讀者對此一問題有較可靠性的討論，請先看看早期的科學家們在這方面的預測，對我們將大有助益。

回顧

先讓我們回顧一百年前，即一八六八年，人們如何預測五十年後，亦即一九一八年第一次世界大戰末期軍事技術的事，富萊德雷恩吉士（Friedrich Engels）曾于一八七八年寫了一則有趣而又富有教育意義的歷史，謂“德法之戰”（1870—1871）是個很重要的轉捩點。首先，所使用的武器已到了完美的境界，進一步的改進，而具有革命性的影響，似已不再可能。一旦部隊配有大砲可以射擊遠距離外的軍營，這便是很傑出的部隊。步槍的殺傷力，也是一樣的有效。其裝彈的時間比瞄準的時間還要短，故任何進一步的改進，對野外作戰來說，都不再重要，進步之時代，亦即到此為止。

雖然恩吉士（Engels）當時在其著述中並未將此事當做預測四十年以後的事。但我們仍可如此的序述。直到一九一八年，具有“革命性影響”的發展已經甚多，諸如：陸軍開始使用飛機，坦克車，機關槍，化學戰（毒氣），機器牽引之陸路運輸工具，（如：大卡車，救護車）使人員物資得以快速的供應，以及開始使用無線電通訊等。這些都未為恩吉士所能預測。雖然他表面只提到“陸上戰爭”，不過我還是想將武裝的戰艦及潛水艇加入進去。

恩吉士本人的想像力，並不很特出，其對探討各種事物的可能性也不太

深入。如在一八七八年，一個傑出職業性著述，它應當提到美國內戰時所曾使用的加林槍（gatling gun）。據估計，其在連續的傳統性歐洲步兵戰術上，不會有太大發展的潛力。此外，由鐵甲船“莫尼斗”（monitor）及“馬利馬克”（merrimac）號，應該可以預測到未來戰艦的發展。但是在一八七八年中，沒有任何專家曾預言到飛機與無線電通訊的事。假如堅持說當時某人已發明了坦克，潛艇與化學戰，則必將大費一番唇舌。

展望一九六八年

讓我們再看看在一九一八年某人對五十年後，即一九六八年的今日，預測如何？那時，飛機在應用上之發展已較易展望，但很多早期的作者，對航空發展都低估了百分之十，甚至更多。其對化學戰的估計，則比今天我們所想的要重要得多。由此可以看出，學術是經常受制於戰爭形式的。

一個好的分析者，可能早已觀察出垂直起飛降落的飛機，及載有飛機之母艦的可能。但在發展的程度上，可能很有出入一如同：當今在越戰中所使用的直昇機，及核子動力超級航空母艦“企業號”（Enterprise），都是當初所料想不到的驚人之舉。至於其他所根本沒想到的發展，更是不勝枚舉。像噴射引擎，各種導向式及呼吸式飛彈，（其中包括彈道飛彈（ballistic missiles），地球上任何一點，只需數十分鐘便可到達。）無後座力砲，核子潛艇，飛彈潛艇（尤其是在水面下發射飛彈），指揮用高單位資料處理之電腦（如SAGE防空網所用者）通訊偵測用之軌道人造衛星。除此以外，尚有核子武器。事實上，一九三七年美政府高階層所舉行對未來技術發展詳細檢討會議中，對以上各種發展尙毫未提及。但所有這些新發明，都在此後十至廿年中，到了正在使用或發展中的階段。

讀者或許因此會對我是否可以將二〇一八年軍事技術的發展，列出具體的特性來，不表樂觀。歷史應該像一面鏡子，雖然我們可以由現行的技術，找出一點未來發展的線索，但相信還是會有不少遺漏的。當然，我們也許會很準確的猜中了幾樣新發明或其發展趨勢，但想來決不會太多。

現在的預測工作，要比在一八六八年或一九一八年時更加困難，因為，我們已熟知了“革新步驟”（Process of innovation）本身，能使變中生變，僅只美國一國，每年花在支助研究發展兵學計劃的經費，便高達七十億美元。使很多技術與產品改變得更快。在另一方面，目前有更多的人注意各種預言，同時，在做法上也有更多的演練。所以我們也不難搜集更多的資料，以策劃

未來。雖然，在本章有不少東西看來似乎會使二〇一八年的讀者開心，但其忽略之處將仍很可觀，惟自信決不會像恩吉士在一九一八年所說的那樣粗疏，令人不敢領教。

影響兵器進展的主要因素有二，本質上都不屬於技術性的；第一是趕時髦，第二是國際外交關係的趨向與“溫度”。

武器的時式競爭

時式一大致來說，是概略分析所有可能的變化後，原則上一致認為所行戰爭的類屬和作用。這對戰爭形式的發展極為重要。事實上，有些東西就是“時髦”，可能不好，但也不一定是壞的。偶而有時還變得相當管用。例如：在戰爭中使用致人於死的毒氣，已好幾十年不流行了；這或許是受了第一次大戰時宣傳毒氣戰是不人道的影響。但現在看來，一些新的致人於死的毒氣（lethal poison gases），反被認為較為人道的武器——因為如此可以減輕死亡前的痛苦，及生存者殘廢的數字——可是，有些武器，如迫擊砲，傷人致死，令人慘不忍睹，並不合於“人道”，反而還相當的流行。雖然有很多事，使我們說得離題太遠，不過，我認為若有可能，對致人於死毒氣之使用，仍有限制的必要。

有些時式，在效果上含混不清，或者會起反作用。比如在一九五〇年期間，美國為確保自身安全，揚言如受蘇俄攻擊，則必將蘇俄之大部經濟資源及人民加以摧毀——亦即所謂“全面性報復”的警告。直到一九六〇年早期。仍為“標準指令”（Standard doctrine）。就技術而言，並無顯著的改變，所以這就不光是止於“時髦”的事了。但一九六六年之後，機動防禦（active defense）對防止彈導飛彈攻擊顯示出其前所未料的效果。於是美蘇兩國，一方面強調其嚇阻作用，另一方面則以戰略性核子武力，加強其機動防禦。在其相對的重要性上，又多了一項選擇。一些戰略軍事學家曾爭論過：一個完全依靠蘇俄“抵押品”而定的時式（目前最適宜的稱呼），在美國各種建樹上，已如此的根深蒂固，以致對任何“保證摧毀”（assured-destruction）能力的減少，都令人無法容忍。因此，轉移嚇阻力而加強防禦的戰略，不易被人接受。前國防部長羅伯·麥納馬拉（Robert S. McNamara）便堅定的採取這種立場。而其他的人，包括本人及一些主要的美國戰略學家，相信這種“時髦”是不聰明的。我們與蘇俄兩國都應在防禦方面酌量加強。

我們在此無法舉出爭論的細節。然而，爭論存在的事實應顯示出，即使

是預測一九七〇年末，別說是二〇一八年了一戰略核子力量，究竟是使用“嚇阻”抑或“防禦”？如此基本的問題，都未免有點言之過早，因與此有關之各種技術其在無法預測的方向與程度上，可能有所改變。

多舉幾個例子來表明時式的基本重要性，倒是比較容易。但也不比服裝和娛樂的時髦來得簡單。因為那些在軍事技術方面的是無法預測的。我們所能做的，只是指出其重要性與變化性，以及此後技術本身所主要相關之事物

與外交之關連

另外一主要影響武器發展非技術性因素，即是國家武器發展，與一般的國際關係及特殊的國際安全協定，有莫大的關連。雖然有很多簡單的聲明，例如：“武器是國際緊張局勢的結果，而並非其原因。”此言雖不盡然，但有部份確為事實。像一九六八年以色列與阿拉伯國家之軍備競賽，在程度上來說，芬蘭與瑞典的武器發展部大不相同。我相信在未來五十年內，各個國家的安全，仍依賴於武器的發展和友邦的聯盟，而不是靠什麼國際安全協定。這雖不是我所希望的世界，但相信却是即將來臨的世界。

以下一節，我將首先敘述一下某些相當基本技術發展的潛力。其次，我再說明一下某些技術發展，如何應用於軍事。最後，再討論一下，此等發展與應用，如何和“國際外交”相互作用。但因限于篇幅，僅作扼要的序述。

可預期之令人興奮的進展

材料：材料學是最新，最熱門的科學之一。在軍事用途上也非常具有潛力。自深水潛艇到高效能噴射引擎（耐高溫之扇葉），皆與此有密切的關係。雖然冶金學之發達已有百年歷史，但，像其他科學一樣有系統的去處理材料結構，性質，同時再依其已知特性，去做合成材料，那還是一九三〇年以後的事。一九五〇年之後，冶金學才算是真正開始萌芽，現在還是發展的初期，也許會像過去廿年電子學一樣，進展那樣的神速。若果真如此，則其在軍事技術方面，將會比我們在此所列舉的，有更多革命性的創舉。其重點所在，將會在以後多節提及。

高級的材料，也許會被民間大量採用。一九六八年精密結構材料，每磅價格已超過美金一百元。目前，花費最大的莫過於太空及軍事用途，使用此

等高級材料後，在成本上反而節省很多。如由於冶金學的進步，而使材料價格急劇下降，則民間必會隨之大量的加以採用。

目前發展的，在材料特性方面，如：單位重量或單位密度的強度，撞擊強度，對高溫之抗力，硬度等，都已增加很多。由硼，碳與玻璃的細絲構成母床（matrix）所做成的強力材料，已有相當的發展。許多材料顯示，其固有強度之大小，成一序列，居於一般鋼鐵強度之上。此類材料，包括鋼鐵，玻璃等，其強度可由實驗中求得。因此玻璃很可能將會變成重要的結構材料，而且售價也可能會更便宜。

氣候之控制：在一九五〇年到一九六〇年期間，對氣象學基本探測，化了很大的精力，其目的在求人類可以對氣候作某種程度的控制。一九六〇年中期，很多氣象學家便對能否在“早期”內，獲有重要成就，甚表懷疑。如將技術的進步計算在內，相信二〇一八年尚不是所說的“早期”。在下一個五十年內，有重要成就的機會或許較多。果真如此，可能是應用在軍事方面成份居多，我們在後面將討論這些問題。

重力控制：以研究氣候的眼光來看，對直接控制重力的可能，付出的代價實在太少。在航空動力學來說，重力可以抵消上升，或火箭的推力。事實上，“重力控制”這個名詞，似乎是在造成一狂人和“恆動機”（perpetual-motion machines）的印象。根本沒有理由令人相信，在二〇一八年將會完成那些有趣的“重力影響”之控制。但也沒有什麼好的理由，令人不去信它。民間對“重力控制”，反應相當熱烈。社會也樂於去發明他們所需要的東西——如一個“很好的系統”，可發出“奇跡”來解決市郊交通的問題。或許在二〇一八年，我九十二歲生日那天，可以去坐一下“抗重力汽車”（antigravity car）——但如真的會有這一天降臨，我也不會感到驚奇，而且相信，這一定是爲了軍事用途而發展成功的。

我們可以指出，無論“重力控制”是否可以在二〇一八年完成，屆時，科學在此方面之成就，必定“很多”。以我們一九六八年的眼光看來，是怪誕無稽，但在二〇一八年，“抗動力機”卻是當時“典型”之發展課題。

核子武器：這個題目並非適合於公開討論，但可先加指出的是，核子武器在體積上，將不會發展比現有的再大。對核子武器威力的標準計算方法，是以其每單位重量所生之能量爲準。一般常指每磅以千噸計（千噸是指同等重量的黃色炸藥（TNT）所放出之能量）。一九六〇年雷福拉普（Ralph Lapp）估計，大的核子武器（相當於數百萬噸TNT 爆炸之威力），其每磅可發出相當於二千噸TNT 之威力。現行武器，核子反應所放出之能量，在

理論上已有了限制，大約是每磅相當於九千噸到二萬六千噸 TNT 的威力。只要是以此種反應為準的核子彈，其單位重量所可產生之能量，將不會增加太多。照此看來，以後很長的時間內都不致有所改變。所以，每磅產生相當於五千或一萬噸 TNT 威力的核彈，可能會出現；一萬五千噸的，還可以預期，但決非是使用現行反應方法所能得到的。

理論上是有其他的反應方法，但物理學家們認為並不切實可行。在極端的情況下，可以依照愛因斯坦 $E=mc^2$ 的公式，將物質變成能量。這個每磅約可產生相當於九百萬噸 TNT 之能量。這看來似乎是件不可能的事；即使是可能的話，那也算不了什麼，“僅”不過是比目前的核子武器威力大一千倍而已。因為現有的核子武器，單位重量所產生的能量，比同等重之 TNT 所產生的早已超過了數百萬倍，這是我們早就經驗過的。二者結果相較，這種物質毀滅彈（**matter-annihilation bombs**）的成就，也就不足驚異了！

一九六八年到二〇一八年期中，各強國間在核子武器方面的發展，主要的似乎在於改善小型輕量核武器之效率，以及製造更小的核武器，和完成武器的特種效果等；這也許相當的重要，但也未必見得像我們現在所考慮到其他方面發展那樣的驚人。透視全章，另外更重要的可能性，也許會發明一種簡單而又造價便宜的武器，即使是低度開發的國家，甚至烏合之衆，都可以做得出來。這種可能性將會開始實現。

電力來源：很多的軍用品，從手電筒到軌道上的太空船，其動作都受了電源供應的限制。這個問題，在核子潛艇上，已獲得圓滿解決。而在其他方面的進展，尚不太理想。我們尚不知道，何以不能將電池或其他電源做得比現有的更好一點。例如：好的同類電池，每天（ 10^6 秒）每磅可供給 10 瓦特的電力。換言之，即每磅貯有 10^6 焦耳的能量（一焦耳為一瓦特一秒）。相反的，熱核子武器（**Thermonuclear Weapons**）每磅可產生 10^{18} 焦耳的能量，比電池高出了 10^7 倍之多。當然，我們若想要物質電力的變換效率，像熱核子彈產生能量一樣高，那也是不太可能的事。但我們要小於 10^2 倍，即每磅電池重量可產生 10^{11} 焦耳的能量（熱核彈為 10^{18} 焦耳），應該可以辦到。例如：在二〇一八年每磅重量的電池，每天可產生一百萬瓦特的能量，尤其是小型的電池亦有如此高的效率，則必將可以廣泛使用於軍事及民間工業之需。

化學戰：事實上，“化學戰”已不是很時髦的科學。它曾使一流的科學家在雄厚資金支助下，作為期甚久之研究。即使如此，自二次世界大戰以來，據報其技術進步成就，雖然很多，但由此亦可顯示——如此項研究一直是在

“時髦”的狀況下，加以全力支助，其技術進步，至少目前在各強國之間必然是成就非凡。果真如是，我想現今最有趣之發展，決非是“反人員”之致死戰劑(Clethal anti-personnel agents)，而可能是非致死性“反人員”武器。或者在其他方面之發展，如：“落葉戰劑”，或用非致人於死的方法，來改變環境。化學戰也許會被許多小的國家所歡迎，其所採用的戰劑，將是老的，和易爲人所察覺的。

電子學：過去十五年來，電子學確實是在腳踏實地的向前發展。其中最令人驚異的，莫過於固體電路(Solids-state)用品，如：電晶體與其繼產品——微小積分電路(microelectronic integrated circuit)。此種電路；是利用光學儀器及放大技巧，將類似電晶體電子成品，用內部連結方式，捏造成一小薄“片”，以使整個元件的體積，變得微小無比。一個“片”的面積，差不多是千分之八十英吋平方（即約十二分之一英吋平方），而其厚度，只有幾千分之一英吋。以目前之技術，每一“片”中含有五百個“活的元件”（一般大而複雜的電視接收機含有五十個“活元件”）。現行“微小電子裝備”各“片”連結的問題，是形成體積大小的關鍵所在。假若我們以過去十年電子方面的發展成就，直向二〇一八年展望，我們可以預期一架像人腦一樣功能的電腦（當然算的比人更快），可以放在鞋盒中，或者衣袋內。此種技術，軍事上必將大量採用。

雷射：一九五六年一個研究光學很傑出的物理學家曾對我說：「一般物理學家認爲聚合性光源將永遠無法得到」。然而一九五八年卻發明了確爲此種光源之雷射。其第一個工作模型也於一九六〇年完成。到一九六二年，人們即使用雷射光束調制於通訊方面，同時更將其射向月球。雷射供給了我們獨一無二放射能之泉源。例如：我們已可由其得到比日光尚強 10^8 倍的實在亮度。很多此類的軍用方案，都在進行或考慮之中。如：目標照明，追蹤和破壞，以及雷達，通訊等皆是。紅外線雷射雷達(infrared laser radar)利用其“自書技術”(holographic techniques)可供給我們立體的空中情報，使雷達的性能，無論在軍事上或民用上，造成一大革新（此種技術亦可用之於微波雷達）。因此，我們可以大膽的假設，到二〇一八年，雷射將是重要軍用武器之一，尤其當精密的能量貯存器（像每天每磅可供一百萬瓦特的電池）完成之後，更是如此。

超超音速飛機(hypersonic aircraft)：目前的飛機，在空氣中最高速度約爲三“馬克”(Mach)，即三倍音速（在海平面上聲音速度，爲每小時740英哩）。在十或廿年內，飛機的速度，在高空中至少可能會發展到十至

廿“馬克”。但是否會真的實現，目前尚無法確定。速度約爲十五“馬克”的飛機之推力，將由“超音速燃燒”(Supersonic-combustion)噴射引擎供給。(此種引擎吸入之空氣，並非得自機械壓縮系統，而是由於高速運轉之引擎吸入。此引擎必須借助他力方可發動。)此種方式的推力，可達二十五“馬克”。其所受之限制，仍以材料之發展而定。換言之，亦即視高速表面阻力所生之高溫，及引擎本身之材料以爲斷。而冷却技術的進步，亦可補償材料發展之不足。

要想叫飛機在本世紀末，達到軌道飛行的速度(25“馬克”或25“馬克”以上)，這是件可能的事。所以誰都可以想像得到在二〇一八年時，此種技術定可實現。(飛機在低空時的速度達到廿五“馬克”時，在視聽上必爲一大奇觀。事實上，其所產生的震波，對有限目標而言，便是一巨大的武器)。甚而，更有可能，使軍用車輛，在高空時，同樣可以此種速度前進，這一點以後將討論及之。

海洋與太空 皆爲未來的戰場

以上我們已經考慮了一些基本技術的可能發展，現在讓我們再來看看那些技術可能會被應用到軍事方面。

氣候控制：如在氣候控制上，真的有了很大的成就，最主要的用途，還是在軍事上。例如：海軍策劃人員，一直想製造颶風，以摧毀敵人艦隊。到了可以要求颶風“支援”時，海面的船艦，在軍事價值上將大打折扣。但也許那時的船速，可達一百海里以上，所以很容易逃過颶風的“襲擊”。「利用捕獲氣泡技術(captured-air-bubble technique)或類似的方法，使船“離水”而高速進行。」同樣的，亦可用人造“雷雨”來遏制敵人的飛機，當然飛機亦會改良到可以全天候作戰。不論以任何角度來看，到二〇一八年，戰爭一定不會完全與氣候無關，果真如此，則“戰爭”乃受“控制氣候”的影響甚大。但無論如何，我們都應注意到軍事技術，將受制於很多國際外交之考慮，容後述之。

深水沉潛：也許近幾年材料的發展，可使潛艇能下沉到水下二萬呎，或者更深。因此所有的海底，都在潛艇或其所支援的技術可達深度限制之內。(現在已有船艇可達此一深度，但它們都無法自行浮起。)很多對海戰有研究的學者，如約翰格里文博士(Dr. John P. Graven)相信未來幾年，反潛艇戰的關鍵所在，是海洋深度控制的技術。在深海中構築“堡壘”圍牆，武器

中心等，都是可能的事。當然，對海底如此的運用，也許會引起外交爭論，有關此點，以後我也會討論及之。

導向 (guidance)：導向之範籌究應歸於“基本技術”或應於“軍事應用”？現尚不甚明確。我今於此時提出，是因其與其他“次技術”(sub-technology)，如：材料技術等有密切之關係。至於究屬何類，並無大緊要。在任何情形下，人類於二〇一八年對導向之發展，一定遠少於導向所能做到的。毫不誇張的說，若有人想從六千英哩外發射一洲際彈道飛彈來命中一煙囪，是極其可能的事。這將需要些終點型導向 (terminal guidance) 以輔助無法預測之大氣不規則流動偏差。若僅用傳統式的慣性導向法 (inertial guidance)——係利用迴轉儀 (gyroscopes) 原理的加速計 (accelerometers) 來觸發動作——則可使洲際射程的誤差在一百英呎以內。此法是用於發射階段，且需配合以充份精確的地圖。(事實上，在戰時觀測第一顆飛彈之彈著點所製之地圖，最為準確。) 使用其中任何的方法，去射擊飛機，而其精確度，正如吾人所料的，此等技術，都已具備。飛機可被藏於為濃霧所掩蓋的母艦之上，同時亦可導向於任何敵區的預定目標。

太空飛機 (Aerospace plane)：將一些“超級飛機”與太空系統相結合，而有了太空飛機的觀念，這在一九六〇年的早期，便已從事研究(約在一九五八年初，稱為“動力高翔器”(Dyna-Soar)的發明，開始從事發展。約到一九六二年即被刪除。)此種飛機，將從一機場起飛，用一種呼吸空氣式的推力及空氣動力的舉力，使之越飛越高，越快，直至到達一太空軌道。此種體系之初期型態，可能使用二節或二節以上之火箭。其中第一節是做初期發射，以及返回機場之用的。稍後一節將是較小而效力較高，適於高空或軌道飛航之用。此類工具，對某些軍事用途而言，如：轟炸與偵察，深具價值。然而其全盤的重要性，尚未完全樹立。倘若此種技術發展完成，則在一九七〇年便可正式實現。故在二〇一八年很可能會有不同的各型空中飛車，擔任各種軍事任務，到時將使大氣與太空相混而難以區分。此種系統對國際外交將有重大的影響，也許我們即將見其實現。

抗G帶 (Antigravity belts)：倘若適宜的重力控制，可以完成，則可使一士兵單獨飛行的器械，必為最有趣的應用工具之一。即使飛行器本身，不產生水平推力，但一相當適度的噴力還是很易得到的。一種售價低廉，可供步兵作立體運動的飛行帶，將使戰術作革命性的改觀。其功用遠非一九六八年在越南所使用的直昇機空降攻擊戰術，與第一次世界大戰之壕溝戰術所能比擬。

飛行帶 (Rocket Belts)：若是抗G帶無法達成，還有其他的方法，如：無數的影迷在電影上所曾見到的詹姆士龐德 (James Bond)，背著火箭噴射器在空中飛行的事。其他的人，也許看到或聽到在一九六四——六五年，紐約世界博覽會類似的展覽。這種器械多是背負式，利用化學動力火箭產生有限度的推力，作一分鐘左右的飛行之用。因此，對軍事用途並非很大。然而，利用呼吸空氣式噴射引擎，將燃料變成推力的效率，比化學反應產生之推力為高，而且，在理論上當可發展背負式小型噴射引擎，帶有足夠的化學燃料，來作半小時或三十分鐘以上的飛行。其成功與否的關鍵所在，主要是看材料發展而定，這比其他的因素都來得重要。我確信此種技術，一定會發展成功。或許會在二〇一八年以前完成。但因價格問題，是否允許每個步兵都能裝備使用，則不得而知。

太空制度：美國，蘇俄以及世界其他許多國家，都於一九六七年對太空條約，予以承認與簽署。條約中禁止在軌道及太空中設有核子，或摧毀性武器。同時亦禁止在月球或其他星體上，作軍事活動。然而在二〇一八年，可能有些不違反此項條約的太空軍事設施被使用。其中包括：偵察，早期警報系統，衛星攔截與調查，及對彈道飛彈攻擊或其他飛彈攔截體系組合之防禦系統（使用非核子武器）。在二〇一八年以前，其他的太空軍事應用，無疑的都會計劃的很好。

通訊：自有戰爭以來，軍隊在戰場上使用對內對外通信的能力，一直是遂行戰爭最大限制因素之一。到了今天，這種因素正在不斷消失之中。相信二〇一八年以前，將會完全消除。當然，這主要是歸功於通訊衛星技術的發展。目前，除了可使海洋上的船隻，與空中的飛機，都有了可靠的通訊外，而且戰場上的每個士兵與士兵間的通訊，也都不成問題。今後五十年內，軍隊之通訊問題，正如出現在一九六八年供給他們正確時間的問題一樣。這將是一件世界上的新事。

分解射線 (Disintegrator Rays)：也許是在十年或十五年以前，可能有人問一位名科學家，在布克·羅吉斯 (Buck Rogers) 連環圖畫裡出現的“武器”看來最近將來恐無法實現。若是我沒有記錯的話，多數人所說的“武器”，相信是指分解射線槍 (disintegrator ray gun) 而言。自雷射的發明，在一九五八年公開發表後，這真是一項不好的選擇。我曾將此項發明，用於軍事之可能性，作過一些提示，倘若可以證明分解射線槍，正像它被看來似的一樣可行，則這必是最富戲劇性的軍事應用之一。

用雷射線束來摧毀洲際彈道飛彈的彈頭之可能，早就有了很多的研究，