

新中學文庫

雷

達

著 普 杰 則
譯 拉 忠 重
鄧 陳 舒

商務印書館發行

雷

達

Orrin E. Dunlap, Jr. 著
陳忠杰 舒重則 譯

商務印書館發行

中華民國三十六年五月初版

雷

達 一 冊

(51304)

Radair

定價國幣叁元伍角

印刷地點外另加運費

版 翻
權 印
所 必
有 究

原 著 者

Orrin E. Dunlap, Jr.

譯 述 者

陳 忠 舒 重 則 杰

發 行 人

朱 經 農
上海河南中路

印 刷 所

商務印書館
印刷廠

發 行 所

商務印書館
各地

原 序

在第二次世界大戰中，雷達是無線電學的顯著成就。雷達的發展成爲這次戰爭中一種有決定性的武器，已往的表演獲致聯合國家的勝利，未來的用途深入和平的技術與工業，它的這些紀事構成了科學史上令人目眩意迷的一節。

以久已知道的無線電原理爲基礎，經過微波的控制，射電脈波與新電子管的發展，雷達竟供實用。主要的是在新電子管的發展中有陰極射線“眼”的完成；陰極射線“眼”就是使電子的電視成爲可能的管。戰事的緊急使這種新式超級武器急供使用，用爲偵察飛機艦艇的瞬速工具——決定飛機艦艇的距離，方向與其行駛速度——即使在距離遙遠，黑暗，雲霧之中，人目不能見，雷達亦能偵得。

利用電視的技術，雷達突然出現於戰爭之中，已有出類拔萃的表演；在和平之世，定能廣闢新穎的用途。它的偉大期望是在保證增加飛機船舶航行的安全與準確。雷達是無線電的

隱臂，伸出來以警告前途的危險，不論這危險是高山，是冰山，是其他的飛機船舶，或者僅是海航或空航路線上的障礙物。

戰鬥機在機尾裝有射電眼，設有敵機從機後近前，就可經過軍官艙內的燈亮，或鈴響，以警告駕駛員。駕駛員由這些經驗，就可知道在商業航空郵機上，如何利用雷達以防護機前機後的碰撞。

雖然，雷達鼓舞人們的幻想，遠離了和平的用途。雷達的戰時成就，預告我們，第三次世界大戰是如何地可怖。無線電操縱的巨大火箭，拋擲出來，經過成層圈，可能擊中數千英里外的標的，這是因為雷達電視將操縱火箭的飛行，幫助遠隱於地平線下的砲手，引導火箭以達標的。火箭炸彈裝一個電視眼於其鼻內，可能想像地幫助歐洲的戰士繼續不斷地觀察有些什麼東西在這彗星似的射體的直接前方，而且藉無線電的操縱，使它在波士頓，紐約，芝加哥，奈阿加拉瀑布（Niagara Falls）或提特羅伊（Detroit）降陸。

雷達是一種科學，為善為惡均大有可能，單憑人們之如何利用。一羣科學家駕駛雷達，服務於和平事業；但是另有一羣科學家，他們的職業是在保持世界上的海陸空軍適合現代戰術，將要使用雷達以彷彿人類辨向行路的本能，給與無線電操

縱的炸彈。這也是他們的職責，要發明一種反抗雷達的計畫，無論何時一羣插翅妖魔向着美洲飛來，有隱指之幕對抗，停止其前進，使之直墜海中，或使之即在空間爆炸。

凡夫俗子往昔常視無線電爲神祕，今日對於雷達亦復如是。往昔他們問過，電火花如何能夠經過空中以送音信，真空管如何能夠使微音器聲聞於全世界。現在他們就要問，一個傳影照相機如何能夠巡探 (scan) 物景，而把這圖畫無形地經過空間送到遙遠的家中，使之再現呢？一束不可見的雷達射線的脈波經過空中，如何能夠打着二萬英尺上，或二十英里外一個微小斑點一樣的飛機呢？奇蹟就是雷達能夠準確地做到。因爲無線電波從飛機反射回來，好像回聲一般，就是後者在空間僅如針尖之小，也能反射。這就是雷達的奇蹟。這本紀事的目的在敘述雷達的發明，雷達在戰時的成就，和雷達在和平時期種種可能的用途。

O. E. Dunlap, Jr.

紐約，1946.

引 言

沒有人能單獨發明雷達，因為雷達的工作需要許多發明。沒有人憑他自己的知識，或從一方面來源，能單獨寫一部雷達的紀事。必須博採周諮，彙集各方報告，方能完成一部雷達的紀事。

無線電創始的紀事可以得之於馬可尼。但是雷達不祇有一個馬可尼。所以，為學校，為圖書館，甚至為科學人們自身，集成一部雷達史，著者曾和許多方面商談，他和若干科學家，若干研究員一一談過；他又讀過若干曾經參預無線電戰時表演奇蹟的人員的紀錄。

對於曾經敘述雷達降臨所見所聞的作者們，著者都表示尊敬。著者善用他們的新聞意識和他們的報道才能，編輯這部雷達的紀事。雷達形成於戰事磨鍊之中，直到和平降臨，隱藏了戰事的磨鍊，雷達創始的若干重要階段消失於和平幕後，著者即在此時之前從事編輯。曾經筆述或口述各種奇遇的朋友們，著者對於他們的施捨，深表感謝與信賴。倘若沒有他們銳

利的觀察，和他們對科學的尊重，那麼這種戲劇式的紀事永不能報道出來，成爲無線電史中不可思議的一節。

著者之所能採取，限於已發表之新聞與科學公報，經過戰時檢查，所得成之紀事，祇是已公布的各種事實的關聯，和非技術的解釋。仍舊鎖在軍事祕密中的計畫和技術都無法採入。許多業已露布，但是更多要說的保留着。雷達的若干形象可能長久地保守於軍事祕密之中。

這題目具有如此誘惑的魔力，雷達的用途又是如此的繁多，用一些科學和數學的方式來述雷達，將有許多的書冊。這部書的目的是求其通俗，既無方程式的繁擾，又無專門技術的艱深，使一般人得重視雷達，在民族與文化的命運上，得覺察科學的重要頗足驚人。

這部科學完成的紀事，或可激勵具有研究科學才能的美國青年，用新精神以繼續求學，由他們的勤勞，以增加美國國家的保障！

對美國海陸軍及職司科學研究進展的人員，對美國工業研究實驗所的科學家們，敬致祝語：“一面旗，一國土，一條心，一巧手，一個國家永久！”他們本着傳統的創造精神，進取合作的天性，已經用無線電驅使雷達，顯其作用於全世界。

目 錄

引言

雷達大意

第一章	雷達的創始	2
第二章	祕密的洩露	26
第三章	戰時的驚奇表演	54
第四章	雷達的運用	97
第五章	誰發明雷達	126
第六章	雷達的和平用途	183
附 錄	雷達術語	209

雷 達

R - A - D - A - R

雷 達 大 意

雷達 高頻射電能的脈波 (pulse), 或射線 (beam), 由若干精密電子儀器測定時間和規定形狀, 射入空間。用光速進行, 若非遇有障礙, 將去無窮之遠。遇到障礙物, 如飛機, 船舶或山峯, 則反躍回來, 成爲“回波” (echo), 以達接收器, 往返時間不過一秒鐘的百萬分之幾! 在轉瞬之間, 飛機, 船舶或山岳之存在及其正確方位顯示得明明白白。這就是雷達的魔術, 這就是科學的奇蹟。

第一章 雷達的創始

雷達是科學上一種宏大成就的紀錄。雷達歷史的線索如此顯著而豐富，交織成爲難於相信的花樣。這種花樣乃是自然界的祕密，發明放射電子的天才，應用物理定律的智巧，美國科學人員對美國工業的信念，這四件稀有難得的相互關聯。

雷達的花樣已經經過許多人的手在時間的織機上織成。這許多生有技巧手指的人們包含赫芝 (Heinrich Hertz) 與馬可尼 (Marconi)，泰斯拉 (Nikola Tesla) 與湯姆生 (Thomson)，柏藍 (Braun)，愛迪生 (Edison)，提福累斯脫 (De Forest) 與其他的一羣——懇涅勒 (Kennelly)，赫維賽德 (Heaviside)，泰勞 (Taylor)，突屋 (Tuve)，培治 (Page)，斯瓦利金 (Zworykin)，佛爾夫 (Wolff)，和其他有名人物，對無線電學理，對無線電技術，對無線電工業的進展各有其貢獻。他們辛勤勞苦於平時與戰時，爲高尚的好奇心所激勵。爲微小電子的魔術所誘惑，引起他們的幻想。他們曾聽到了電

磁脈波從外空反射回來如同回聲一般。他們又從天空中的一種射電‘鏡’（radio “mirror”）而覺察到這些不可捉摸的波的反射。雷達產生於戰時，協助救濟人類的文化。

敵人的空軍不再能控制他們所觀測的一切；因為雷達的隱指握住敵機的翼，雷達的“眼”注視敵機的踪跡。敵機不再能潛入水中，不再能躲避射擊，或旋舞，或縱昇，或隱藏，不再能隨心所欲。因為敵機翱翔於廣漠無垠的以太中，而人們對以太已可予以新控制！

1. 雷達是甚麼

一位教授對雷達員說：“請你用一兩句話告訴我，雷達是甚麼？”

雷達是用射電探尋，並且測定距離。Ra 是射電 radio 的首二字，d 是探尋 detection，或探向 directionfinding 的第一字母，a 是 and 的第一字母，r 是測定距離 ranging 的第一字母。合起來寫成全字雷達 “r-a-d-a-r”，這個字按字母順唸，倒唸，都是一樣的。

這個新字是美國海軍 * 製成，指出雷達表演的端倪——

* 塔刻 (S. M. Tucker) 海軍中校依照美國海軍之意製成此字。

射電脈波射入空間，觸及它的途徑中的物體，回轉來成爲回波，往返時間只有一秒鐘的幾分之幾，由此探尋目的物的存在，測定方向和距離，指認它們的特點，是船艦還是潛艇，是飛機還是航空用的小氣球，是島嶼還是浮標。

在無線電波出世之後不知何時科學家們已經想到，看不見的衝動（impulses）能從物體反射回來，很像光從鏡面，或任何物體反射回來一般。雷達射線（beam）也可和探照燈相比擬——黑暗中看不見的物體出現於眼簾之中，因爲燈光從那物體回照的緣故。無線電短波爲世採用之時，發現一件事，就是有些短波顯然去到月球軌道之遠，在那裏被一種神祕的“鏡”反射回到地球。這接收的叫做回波（echo），因爲實際上它確是射電回波（radio echo）。

設想如此的回波能從飛機或船舶反躍回來，那麼無線電又有一種新用途！倘若一束看不見的射線能使它觸及飛機，如同觸及“射電鏡”（radio mirror）而反射回來，那麼知道無線電波的速度，知道閃射與回波所經過的時間，飛機的距離就可計算而得。這就是雷達的神蹟。

2. 英國隱秘的稜堡

1943年六月十七日神秘的氣氛籠罩着，其時英國國務大臣俾弗布盧克勳爵（Lord Beaverbrook）廣播，對英美各地無線電投效工作人員作緊急呼籲。他說：

“摧毀敵人於黑暗之中的是無線電，透過雲層探得敵機的是無線電。遣送圖謀報復的戰鬥機到敵人潛伏的所在而予以殲滅的，也是無線電。……”

全世界的質問是，無線電已經學會了從前所不能做的事麼？顯明地有甚麼新物事發明了。死光（death ray）麼？各地的人們爭相推測。俾弗布盧克勳爵所提及，摧毀敵人的無線電新權威究竟是甚麼？

那就是雷達！

英國人叫它做無線電定位（radiolocation）——這世紀的武器！美國人叫它做雷達。

早在1936年，在英國東海岸空軍部有五個雷達站；1937年八月批准增加十五站。1938年有發生戰事的可能，無線電定位防禦系統擴充；以致在1938年九月慕尼黑（Munich）會議的時候，各種有效的實驗裝置突然加入防禦系統之內。1939年三月這種防禦系統——具備非凡的先知，發展成為英國“隱秘的稜堡”——擴充從蘇格蘭到懷特島（the Isle of Wight）。

上溯到 1938 年九月，爲這種工作已經用去八百餘萬美金，1940 年三月國會又通過三千六百萬美金的費用總數。1939 年耶穌復活節後，北海沿岸保持着廿四小時不間斷的雷達警備。當戰爭爆發，雷達前哨沿着大不列嶺的全海岸線繼續地工作。科學戰爭上演了！

當時德國空軍（Luftwaffe）散佈爆烈縱火的炸彈，雷達射線（radar beams）在倫敦火燄般的天空搖曳，像似希望與拯救的隱光。德國空軍人員遭逢想不到的對抗。英國人警醒了。皇家空軍（R. A. F.）戰鬥機渡過英吉利海峽，迎擊敵人，擊退了敵人的打擊。科學家羣起救濟。當時謠傳有新的祕密武器出現，詭計擊敗德國空軍。因爲安全起見，不能洩露，但是有一天英國人揭示，無線電定位器救了英國。這些貓頭鷹似的雷達，透過雲霧，透過夜間的黑暗，認出敵機之將臨，使皇家空軍得以擊退最兇險的敵人。補充皇家空軍的工作，高射砲和探照燈的瞄準與控制，也依賴雷達的新魔術。

縱使戰鬥機和駕駛員嚴重地缺乏，英國人能及時指出每次入寇的敵人，而拋放戰鬥機以對抗。爲長期空運巡哨用的戰鬥機也撤去了。而用雷達以代理空運巡哨之職。以寡易衆，所獲實多，不僅節省大量的人員與金錢，且收穫最大的功效。

1940 年八月份德國空軍侵入英國領空的平均損失達百分之十五；總損失是 957 架。^{*}九月十五日的幾次大戰，納粹（Nazis）的五百架飛機損失 185 架。那天德國空軍狼狽退過英吉利海峽，這就是空中閃電戰失敗的時辰。十一月初，德人改變戰略——晝攻改為夜襲，那對雷達的防禦更加增加了信任。一種制空的全新技术，叫做“空中截擊的地上操縱”（ground controlled interception），迅速地建設起來。

在德國無條件投降之後，德國防軍最高司令部（Wehrmacht High Command）的人員承認皇家空軍戰鬥機駕駛員不許他們侵入英國。他們供認皇家空軍防禦的勝利，逼迫他們對着流血而不利的途徑，以至於失敗。德國空軍受了可怖的損失，與皇家空軍戰鬥，喪失了德國飛機，喪失了德國最優良的駕駛員，兩都遭受慘重的消耗。

英國無線電局主席克利普斯先生（Sir Stafford Cripps）說過：“倘若雷達未曾出人意料，阻止敵人在英國領空得勢，那麼我現在不知道我們還在那裏。”

當敵人潛艇肆虐時，摧毀那些保衛英國的軍艦，威脅英國的生命。幫助除去這種危險的。也是雷達。有雷達設備的軍艦

• 根據 1945 年八月十五日科學情報聯合局的報告。

不僅能發現數英里外的潛艇——不捨晝夜——同一雷達且能測定敵人方位，自動地瞄準放砲——有超人的準確——以毀滅潛伏的潛艇。

如是，雷達先在空中，後在海上，獲得了雙重勝利，出類拔萃，是戰爭中最革命的新武器。人們稱贊它是“在歷史性戰爭中鋪設勝利程途的工具。”護航隊是聯合國家的海洋生命線，雷達即幫助護航隊，不顧暴風重霧與敵襲，能使它們平安地達到目的地。

第二次世界大戰的初期，新聞影片上仍舊顯露着舊式探音機（sonnd detectors），耳朵似的大喇叭對着天空顯出半面黑像。但是這些第一次世界大戰的遺物不久即廢而不用。在現代戰爭，和無線電波與光的速度相對照，聲音是太慢了。聲音速度每秒鐘僅約1090英尺——大約每小時七百英里。飛機差不多飛得那般迅速，所以要警告它們的將臨，這警報的傳遞必須比它更快，方能奏效。新的聽音裝置乃有發明的必要。

無線電應允了這種要求。無線電產生雷達，以光速而傳遞。傳遞速度由每秒一千英尺變為差不多每秒十億（萬萬曰億）英尺——不到兩次脈搏之久走了186000英里。

如是，音學電子化，追及光速。現在再沒有最快的飛機不