

北歐砲兵「亞瑟」(ARTHUR)

武器定位雷達發展簡介

壹、作者：吳嘉晉 上尉

貳、單位：陸軍飛彈砲兵學校目標組

參、審查委員：

謝敏華上校

黃君武上校

徐坤松中校

張鐘岳上校

肆、審查紀錄：

收件：100 年 01 月 31 日

初審：100 年 02 月 08 日

複審：100 年 02 月 10 日

綜審：100 年 02 月 21 日

伍、內容提要：

- 一、「反火力戰」為野戰砲兵主要任務之一，深受各國砲兵所重視。1999 年起，北歐丹麥、挪威、瑞典等國砲兵採用「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達，遂行「反火力戰」任務。其可偵測距離 20 公里內之砲兵，35 公里內之迫砲，定位精度為偵測距離之 0.45%，最佳時可達 34 公尺 (CEP)，向後標定敵方陣地與向前標定彈著點僅需 4 秒鐘，目前已發展出 A、B、C、D 四種類型。
- 二、「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達為機動型，可執行武器定位與射控，為針對雜訊干擾環境作戰之反制措施，由瑞典與挪威附屬之「紳寶微波系統」公司，合作研發。系統包括相位陣列天線、資料處理單元、兩個操作者工作站、通信裝備與慣性導航單元等。就整體功能而言，其可自動化偵測、定位與辨別砲兵、火箭與迫砲，且依據武器或射擊陣地實施威脅評估，即使面對「彈幕射擊」仍不致影響系統任務執行，所有獲得之目標資料皆可自動傳輸至作戰管制系統。
- 三、綜觀當前歐洲各種反火力戰雷達中，以北歐「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達與西歐「眼鏡蛇」(COBRA) 反砲兵雷達最具代表性。惟「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達已獲多數國家部署與運用，儼然成為歐洲砲兵反火力戰雷達之主流。基於國軍砲兵目標獲得裝備正值整體檢討與規劃之際，北歐砲兵

「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達性能與發展之積極作為，實可供國軍砲兵未來規劃與精進參考。

北歐砲兵「亞瑟」(ARTHUR)

武器定位雷達發展簡介

作者：吳嘉晉上尉教官

提要

- 一、「反火力戰」為野戰砲兵主要任務之一，深受各國砲兵所重視。1999 年起，北歐丹麥、挪威、瑞典等國砲兵採用「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達，遂行「反火力戰」任務。其可偵測距離 20 公里內之砲兵，35 公里內之迫砲，定位精度為偵測距離之 0.45%，最佳時可達 34 公尺 (CEP)，向後標定敵方陣地與向前標定彈著點僅需 4 秒鐘，目前已發展出 A、B、C、D 四種類型。
 - 二、「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達為機動型，可執行武器定位與射控，為針對雜訊干擾環境作戰之反制措施，由瑞典與挪威附屬之「紳寶微波系統」公司，合作研發。系統包括相位陣列天線、資料處理單元、兩個操作者工作站、通信裝備與慣性導航單元等。就整體功能而言，其可自動化偵測、定位與辨別砲兵、火箭與迫砲，且依據武器或射擊陣地實施威脅評估，即使面對「彈幕射擊」仍不致影響系統任務執行，所有獲得之目標資料皆可自動傳輸至作戰管制系統。
 - 三、綜觀當前歐洲各種反火力戰雷達中，以北歐「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達與西歐「眼鏡蛇」(COBRA) 反砲兵雷達最具代表性。惟「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達已獲多數國家部署與運用，儼然成為歐洲砲兵反火力戰雷達之主流。基於國軍砲兵目標獲得裝備正值整體檢討與規劃之際，北歐砲兵「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達性能與發展之積極作為，實可供國軍砲兵未來規劃與精進參考。
- 關鍵字：反火力戰、武器定位雷達。

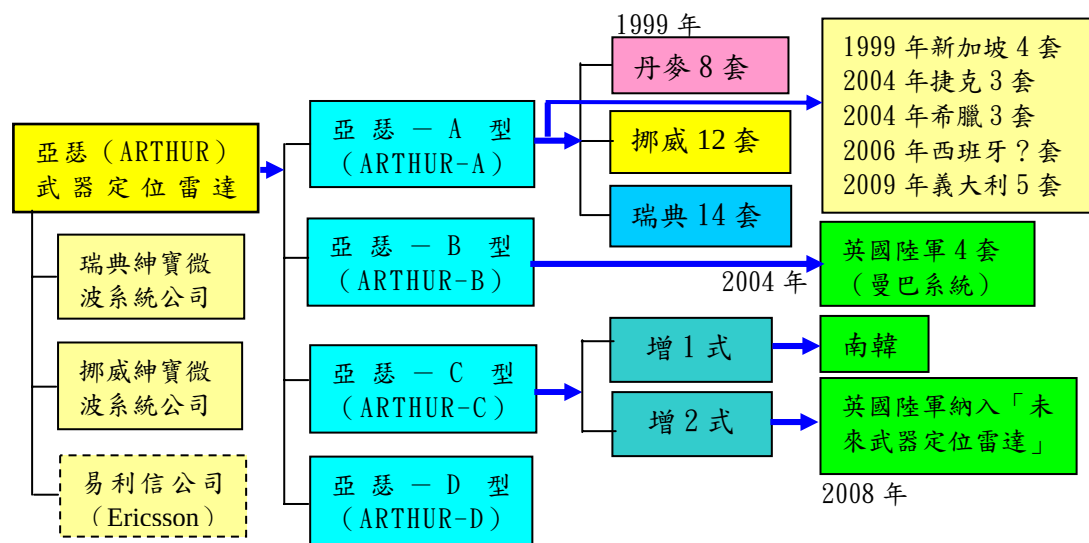
壹、前言

「反火力戰」為野戰砲兵主要任務之一，深受各國砲兵所重視。北歐丹麥、挪威、瑞典等國砲兵為執行反火力戰任務，自 1999 年起即採用「亞瑟」（ARTillery HUnting Radar, ARTHUR）A 型武器定位雷達（如圖一），其可偵測距離 20 公里內之砲兵，35 公里內之迫砲，定位精度為偵測距離之 0.45%，最佳時可達 34 公尺「圓形公算偏差」（CEP），其向後標定敵方陣地與向前標定彈著點僅需 4 秒鐘，目前已發展出 A、B、C、D 四種類型。北歐砲兵反火力戰所使用之「亞瑟」（ARTHUR）武器定位雷達與西歐德、法、英國所發展之「眼鏡蛇」（COBRA）反砲兵雷達，差異甚大。惟其發展快速（發展流程，如表二），且廣為諸多國家砲兵部隊所採用，可供國軍未來規劃與研發參考。



圖一：北歐「亞瑟」（ARTHUR）武器定位雷達

資料來源：JREW26-Mar-2010*Battlefield,missile control and ground surveillance radar syste....pp1 of 4.<http://10.12.155.6/intraspex/CACHE/00039135/JREW0226.htm>



圖二：北歐「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達發展流程

資料來源：作者自製

貳、「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達基本性能

「亞瑟」(ARTHUR)為機動型武器定位與射控雷達¹，為針對雜訊干擾環境作戰之反制措施。由瑞典「紳寶微波系統」(Saab Microwave Systems)公司與挪威附屬之「紳寶微波系統」公司，合作研發。

一、系統組成：

「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達採全整合、寬頻帶系統納入「行波管」(Trevling wave tube, TWT)發送，以「紳寶微波系統公司」(前身為「易利信」—Ericsson)發展之「長頸鹿」(GIRAFFE)雷達為基礎，系統包括相位陣列天線、資料處理單元、兩個操作者工作站、通信裝備與「慣性導航單元」(INS)等部分。就整體功能而言，「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達可自動化偵測、定位與辨別砲兵、火箭與迫砲，且依據武器或射擊陣地實施威脅評估，即使面對「彈幕射擊」(Barrage fire)仍不致影響系統任務執行，所有獲得之目標資料皆可自動傳輸至作戰管制系統(如圖三)。「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達亦已

¹ JREW26-Mar-2010*Battlefield,missile control and ground surveillance radar syste.....pp1of4 .
http:10.12.155.6/intrapex/CACHE/00039135/JREW0226.HTM。

納入所屬之基本「指揮、管制與通信」系統，俾直接控制反砲兵連火力²。

二、ARTHUR—A 型重要諸元：

- (一) 頻帶：C 波段，5.4—5.9GHz。
- (二) 天線型式：被動相位陣列，掃瞄器電子操控方位（超過 90 度扇形）與高度。
- (三) 天線尺寸：1.2×2.1 平方公尺。
- (四) 扇形搜尋：90 度（16 分區扇形）
- (五) 發射型式：行波管（Trevling wave tube，TWT）。
- (六) 接收型式：活動目標指示器（Moving Target Indicator，MTI）。
- (七) 偵搜距離：砲兵 15—20 公里，120 公厘迫砲 30—35 公里。
- (八) 定位精度：偵測距離之 0.45%，最佳時可達 34 公尺「圓形公算偏差」（CEP）。
- (九) 處理能力：每分鐘超過 100 個目標。

叁、「亞瑟」（ARTHUR）武器定位雷達類型

依據「詹氏國際防衛評論」消息來源證實，「亞瑟」（ARTHUR）武器定位雷達基於因應戰場與客戶需求考量，目前已發展出 A（基本型）、B、C、D 四種類型³。各型特性與差異分述如後：

一、ARTHUR—A 型：

為基本型，偵測砲兵距離 15—20 公里、偵測 120 迫砲距離為 30—35 公里，平均偵測精度則為偵測距離之 0.45%，偵測目標與雷達截面積為 5—10 平方公分，使用「都卜勒處理器」抑制雜訊、鳥類飛行與多路徑之回應。瑞典與挪威陸軍將 ARTHUR—A 型武器定位雷達安裝於「阿爾維斯」（Alvis）Hägglunds Bv206 履帶載具上（如圖四），丹麥陸軍則安裝在 Unimog 2150L 4×4 載重車上（如圖五），因天線可摺疊運輸，故適用於前述兩種載具。

² JREW26-Mar-2010*Battlefield,missile control and ground surveillance radar syste.....pp1of4.
<http://10.12.155.6/intrasex/CACHE/00039135/JREW0226.HTM>。

³ JREW26-Mar-2010*Battlefield,missile control and ground surveillance radar syste.....pp2of4.
<http://10.12.155.6/intrasex/CACHE/00039135/JREW0226.HTM>。



圖三：ARTHUR 雷達操作手與戰術軍官使用之彩色圖示工作站

資料來源：JREW26-Mar-2010*Battlefield,missile control and ground surveillance radar syste.....pp1 of 4.<http://10.12.155.6/intraspex/CACHE/00039135/JREW0226.HTM>。



圖四：瑞典與挪威陸軍將 ARTHUR—A 雷達安裝於「阿爾維斯」
(Alvis) Hägglunds Bv206 履帶載具

資料來源：JREW26-Mar-2010*Battlefield,missile control and ground surveillance radar syste.....pp1 of 4.<http://10.12.155.6/intraspex/CACHE/00039135/JREW0226.HTM>。



圖五：丹麥陸軍將 ARTHUR—A 雷達安裝於 Unimog 2150L 4×4 載重車

資料來源：JREW26-Mar-2010*Battlefield,missile control and ground surveillance radar syste.....pp1 of 4.<http://10.12.155.6/intraspex/CACHE/00039135/JREW0226.HTM>。

二、 ARTHUR—B 型：

B 型較 A 型增大輸出功率，不僅提供信號處理與彈道計算，偵測距離亦增大 25%，反制砲兵為 20—25 公里，反制大口徑迫砲為 30—40 公里，並提供信號處理提升定位精度為偵測距離之 0.35%，經由強化追蹤模式提供強大彈道學追蹤能力，使用「模糊邏輯學」（Fuzzy logic）目標分類與依據相對之拖曳係數鑑別火砲口徑等（ARTHUR—A 型與 B 型比較，如表一）。依據英國陸軍「機動砲兵顯示戰場雷達」（MAMBA，又稱為樹眼鏡蛇或曼巴）之需求，ARTHUR—B 型可選擇「阿爾維斯」（Alvis）Hägglunds Bv206 履帶載具與「史都華得」（Stewart）、「史帝文森」（Steward）M1083 載具安裝，且目前 Hägglunds Bv206 履帶底盤已運用在「機動砲兵顯示戰場雷達」（MAMBA）。

表一

ARTHUR—A 型與 B 型武器定位雷達性能對照表		
項 目 / 區 分	ARTHUR—A 型	ARTHUR—B 型
偵 測 迫 砲	15—20 公里	20—25 公里
偵 測 砲 兵	30—35 公里	30—40 公里
平均偵測精度	偵測距離之 0.45%	偵測距離之 0.35%

資料來源：作者自製

三、 ARTHUR—C 型：

依據「詹氏國際防衛評論」資料來源，現有 ARTHUR—C 型區分為「增 1 式」與「增 2 式」兩種選配。

(一) 據可靠消息指出「增 1 式」之結構特點為天線比前述 ARTHUR—A 基本型加高 60 公分，且同時提升偵搜距離與精度。ARTHUR—C 型增 1 式基本性能：

1. 偵搜距離：

砲兵 31 公里，火箭 53 公里，迫砲 55 公里，火箭系統 60 公里。

2. 定位精度：

迫砲，偵搜距離之 0.1%；砲兵與火箭系統，偵搜距離之 0.2%。

3. 偵蒐能力：

每分鐘 100 個目標，具備 10,000 個目標之儲存能力。

(二) 2008 年 ARTHUR—C 型「增 2 式」部署期間，最值得推崇的則是「強化部隊防護」與附加「攔截用途」模式，基於其具備追蹤完整彈道之能力，故可為反砲兵火力或地面部隊，精確指出砲彈起始點與預判打擊點（彈著點），提供人員或近接部隊具選擇性之警告。同時產生即時追蹤資料，提示部署攔截武器，俾反制進入之砲彈。

四、 ARTHUR—D 型：

2006 年研發初期，依據「詹氏國際防衛評論」資料來源，研判 ARTHUR—D 型為一種多功能武器定位與防空雷達，主在提供紳寶「長頸鹿」（GIRAFFE AMB）空中監視雷達（如圖六）增加迫砲警戒與追蹤功能。其作法係將「長頸鹿」空中監視雷達之旋轉天線安裝在 ARTHUR 武器定位雷達原本固定扇形相位陣列頂上，提供「全方位」（360 度）涵蓋，俾利反制迫砲。ARTHUR—D 型武器定位雷達偵測迫

砲距離介於 16 至 20 公里之間，偵測飛行器之距離則超過 100 公里。



圖六：紳寶「長頸鹿」（GIRAFFE AMB）空中監視雷達

資料來源：<http://10.22.155.6/intrasex/intrasex.dll?Page1&START>

肆、「亞瑟」（ARTHUR）武器定位雷達部署與運用

依據「詹氏國際防衛評論」消息來源，「易利信」（Ericsson）公司最初獲得「亞瑟」（ARTHUR）武器定位雷達多達 39 套訂單，其中除丹麥 8 套、挪威 12 套、瑞典 14 套外，尚有兩個不願透露身分之客戶，訂了 5 套。第一套產品早於 1999 年 2 月撥交瑞典陸軍，目前生產速度為每月乙套⁴。

一、北歐（丹麥、挪威、瑞典）：

瑞典與挪威陸軍分別於 1999 年 2 月與 5 月接收第一批「亞瑟」（ARTHUR）A 型武器定位雷達，僅獲悉丹麥於 1997 年 12 月以 4 千萬美元採購，與挪威、瑞典分別獲得 8 套、

⁴ Mark Hewish & Rupert Pengelley, FEATUURES, Pinpointing the battlefield threat, 《Jane's International Defense Review》, 3/2000, pp2.

12 套與 14 套。2003 年 7 月瑞典租借加拿大 4 套，使用於阿富汗。另 2002、2003 年，挪威與瑞典分別支援 4 套（合計 8 套）使用於阿富汗與伊拉克⁵。

二、英國：

英國陸軍皇家砲兵第五團（負責監視與目標獲得任務），除「人工情報」（HUNINT）長程偵察連外，該團亦負責部署全部「機動砲兵顯示戰場雷達」（MAMBA，又稱為樹眼鏡蛇或曼巴系統）輕型反砲兵雷達與「聲測武器定位系統」（HALO）。

- （一）英國陸軍的構想係將「樹眼鏡蛇」（MAMBA）輕型反砲兵雷達之五個子系統區分兩部分採購，預計 2001 年 9 月完成建議書，並將偵測範圍定在 25—30 公里，需求包括輕兵器與迫砲、火砲、火箭之偵測、定位，以及俯視作業能力，且「樹眼鏡蛇」（MAMBA）系統與 2001 年接收之「眼鏡蛇」（COBRA）反砲兵雷達須具備共同操作介面，並與英國陸軍最新的「射擊支援軟體」（FSBISA）整合。

領先的競爭廠商即為「易利信」（Ericsson）公司的「亞瑟」（ARTHUR）武器定位雷達，英國為能及早支援輕裝旅（轄 16 個空中突擊與 3 個突擊隊），英國希望 2003 年運交系統部分，2006—08 年運交第二部分。據瞭解英國陸軍除採購 4 套「亞瑟」（ARTHUR）B 型武器定位雷達外，尚包括 5 年商維後勤支援包件與 4 套雷達選配附件⁶，交貨時間為 2004 年 1 月。

- （三）英國雖已擁有「眼鏡蛇」（COBRA）與「亞瑟」（ARTHUR）B 型兩種武器定位雷達，仍自 2008 年起，採購「亞瑟」（ARTHUR）C 型增 2 式武器定位雷達，作為「未來武器定位雷達」（Future Weapon Location Radar, FWLR）裝備（「眼鏡蛇」與「亞瑟」雷達性能比較，如表二）。

三、亞洲：

依據「詹氏國際防衛評論」消息來源，確信已出售「南韓」（South Korea）「亞瑟」（ARTHUR）C 型增 1 式武器定位雷達。某些管道消息亦指出有 4 套「亞瑟」（ARTHUR）A 型樣品提供新加坡。2009 年 10 月報導中更證實「新加坡」部署兩套「亞瑟」（ARTHUR）武器定位雷達，支援澳洲、

⁵ JREW26-Mar-2010*Battlefield,missile control and ground surveillance radar syste.....pp3of4.
<http://10.12.155.6/intrapex/CACHE/00039135/JREW0226.HTM>。

⁶ JREW26-Mar-2010*Battlefield,missile control and ground surveillance radar syste.....pp3of4.
<http://10.12.155.6/intrapex/CACHE/00039135/JREW0226.HTM>。

荷蘭與美國部隊位於阿富汗 Uruzgan 省的 Ripley/ Camp 前進作戰基地。

四、世界其他地區：

- (一)「亞瑟」(ARTHUR)武器定位與射控雷達性能不斷提昇，2004 年 1 月「亞瑟」(ARTHUR) B 型售予希臘 3 套，尚有 4 套售予未透露之客戶，研判有可能與「義大利」簽訂租賃契約。

2009 年 12 月「義大利」公佈 4 千 6 百萬歐元計畫獲得 5 套「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達，由義大利承包商 (Selex Sistemi Integrati) 於 4x4 Iveco 載重車底盤安裝雷達。

- (一)東歐「捷克共和國」(Czech Republic)已確定於 2004 年 12 月採購 3 套「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達與聯合教室訓練器材/承包商後勤支援包件，合約至 2009 年；訓練部份則分別於 2006 年 9 月至 11 月期間實施。

2010 年 2 月捷克政府公佈部署 2 套「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達派遣至阿富汗回教鄉村，支援區域內之維和部隊作戰，捷克之「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達係安裝於 4x4 Tatra T-81526 WR45 載重車底盤，藉由組合介面模組整合至捷克 ASPRO 砲兵射控系統。

- (二)西班牙 2006 年 12 月與「紳寶微波系統」公司簽定 5 千 4 百萬歐元合約，採購「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達數量不明，合約中包括訓練費用，執行期間為 2007 年至 2009 年。

- (三)2007 年「紳寶微波系統」公司宣布接受 10 億元「瑞典克郎」(SEK)訂單，採購「亞瑟」(ARTHUR)武器定位雷達與「鳥嘴」(BILL2)反坦克飛彈系統，惟未經承包商証實。

表二

北歐「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達與西歐「眼鏡蛇」(COBRA) 反砲兵雷達性能比較表		
比較 項目	ARTHUR 武器定位雷達	COBRA 反砲兵雷達
製造公司	紳寶微波系統公司	Euro Art 國際集團
頻帶	C 波段 (5.4—5.9GHz)	E/F 波段 (2—4GHz)
系統組成	相位陣列天線、資料處理單元、兩個操作者工作站、通信裝備	作業中心、雷達天線模組、發電機、攜行式操作組
操作人數	不詳	4 員
作業準備時間	不詳	放列 15 分鐘 撤收 5 分鐘
偵測距離	35 公里 (A 型) 60 公里 (C 型增 1 式)	40 公里 (未來計畫增至 100 公里)
偵蒐扇形	90 度	90 度
最大標定彈道數	每分鐘超過 100 個	40 個以上
定位誤差	偵測距離之 0.45% 最佳為 34 公尺 (CEP)	15 公里時 50 公尺 (CEP) 或偵測距離之 0.325%
空運需求	不詳	內裝：C-130 或 C-160 一架次

資料來源：作者自製

伍、結語

歐洲在蘇聯與「華沙公約組織」(Warsaw Pact, WP) 解體，戰爭威脅降低後，仍自力研發各型戰場、飛彈控制與地面監視雷達系統，顯見其對情報、監偵與反火力戰重視之程度。綜觀歐洲各式反火力戰雷達中，以北歐「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達與西歐「眼鏡蛇」(COBRA) 反砲兵雷達最具代表性，惟「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達目前已獲得多數國家部署與運用，儼然成為歐洲砲兵反火力戰雷達之主流。基於國軍砲兵目標獲得裝備正值整體檢討與規劃之際，北歐「亞瑟」(ARTHUR) 武器定位雷達性能與發展之積極作為，實可供國軍砲兵未來規劃與精進參考。