

世界航空史曾有這樣一件趣事：1978年，飛行員杰伊·普羅奇諾駕駛塞斯納188型飛機，因機載自動定向儀損壞，被困在南太平洋上空陷入絕境。此時，一架載有88名乘客的客機恰好從附近經過。於是，上演了“大飛機找小飛機”的神奇一幕，堪稱現實版“大海撈針”。

飛行萬里不迷航，是飛機高效可靠完成各項任務的前提。早

期，飛機導航方式較為單一，受複雜地貌和空中不穩定氣流的影響，飛行員很容易迷失航向。針對這一問題，航空導航技術應運而生。

現代航空導航技術如何發展而來？各類導航系統如何精準引導飛機抵達目的地？請看海軍航空大學一級領航員王桂建的解讀。

# 飛機如何不迷航

■張皓嵐 劉任丰 李 姍

## 軍工科普

### 觀山看海行天下

走進軍用運輸機的領航艙，縱橫交錯的線路和精密複雜的儀器讓人目不暇接。這些部件構成導航系統，幫助戰機確定航向。

有人會問：一個多世紀前，沒有現代化導航系統，飛機如何飛抵目的地？

這個問題曾困擾着當時的飛行員。飛行員從高空向下望，連綿的山脈、蜿蜒的河流，很難辨別方位，不免心生疑惑：“這是飛到哪裡了？”

當時，飛行員先經驗總結出最原始的導航方法——地標導航。這種方式基本靠“睇”，飛行員需要根據地圖和記憶尋找特征地形，從而確定飛行路線。

1911年，在一次比賽中，美國飛行員基恩從容地駕駛飛機，屢屢超越飛得更快的選手，他的飛行秘訣是一張防風地圖。這張防風地圖，能讓他駕駛飛機飛直線，而其他選手只能參照公路地標。

然而，參照自然地貌的地標導航只適用於晴天飛行，一旦遇到複雜天氣该怎么办呢？20世紀20年代，科研人員在地面鋪設了幾百座箭頭狀導航信標。每座信標長21米，被刷成明亮的黃色，上方有一座15米高塔，塔頂安裝一盞燃氣燈，塔底有小屋供應燃料。

採用這種導航方式，飛行員從遠處就能看到箭頭，百餘個箭頭橫跨整個美國，為飛行員飛行指明方向。

對富有冒險精神的飛行探險家而言，“跨越大海”是他們新一輪的挑戰目標。

廣袤大洋一望無際，缺少目視參照物，又该怎么办？當時，飛行員們認為，只要航向準確，他們就可以根據風速和飛行速度，大致計算出飛行時間和位置，從而完成跨洋飛行。

1927年，美國飛行員查爾斯·林白作出一個大膽決定——帶着一枚指南針、一塊偏流測量儀和幾張地圖，獨自開啓了跨越大西洋的航程。

天有不測風雲。大西洋上空，一場突如其來的暴風雨致使飛機羅盤失靈。在空中盤旋數個小時後，查爾斯終於透過舷窗發現了一艘漁船。他難掩激動心情，超低空飛了過去，大喊：“愛爾蘭在哪裡？”

經過連續計算和飛行修正，查爾斯終於看到愛爾蘭的海岸線。起飛33.5小時後，他降落在巴黎布魯歇機場，成為單飛不降落、橫跨大西洋的第一人。

雖然此次跨海飛行航線與計劃航線只偏差不到5公里，但飛行導航過程中的艱險經歷讓科研人員認識到：要想順利完成海上飛行，需要一種更先進的航空導航方式。



### 耳聽八方方位

20世紀30年代，隨着無線電技術日益成熟，人們發現，這項技術除了用於通信交流，還可以用於航空導航。於是，科研人員將無線電技術與羅盤結合，計算出飛機的飛行位置。

與目視導航相比，無線電導航不易受到氣象條件影響，即使在夜間或複雜氣象條件下，也能確保飛機飛行安全。

最初，無線電導航是利用布設在地面的中/長波無方向信標和測距儀定位。它們就像茫茫大海中的燈塔，向周邊空間不斷發射信號。飛機上的無線電接收系統如同順風耳，能從各種信號中“聽”出不同信息。比如，飛機在導航台什麼方位、有多遠距離，從而為飛機精確定位、引導航向。

二戰時期，跨海執行遠程任務的轟炸機機群，需要跟着領航機飛行。領航員靠着無線電和地圖的指引，將轟炸機機群帶到目標上空。襲擊任務結束後，再靠本土大功率無線電信標指引返航。

當時，中/長波無線電信標台存在傳播特性不穩定、作用距離短等缺點，為克服這些問題，科研人員又研製出基頻全向信標——伏爾導航系統。

伏爾導航系統通信距離達400公里，統一規定了無線電導航台的頻率，簡化了機載無線電設備的設計。20世紀50年代，伏爾導航系統被列為專用國際標準民用導航系統，並沿用至今。

無線電導航技術要求飛機必須與地面設備保持聯通，一旦地面設備損壞或受到電磁干擾，飛機會成為“睜眼瞎”。因此，科研人員研製出一種完全不利用地面設備的慣性導航系統。這套系統更像是一種小型計算機，

安裝的陀螺儀和加速度計能夠測出飛機的飛行加速度，再對加速度進行計算，得出飛機的飛行速度和位移。這種導航方式不易受無線電干擾，為飛機裝上“指南針”。

慣性導航的缺點也很明顯：隨着時間推移，累積誤差會越來越大。所以，現代飛機往往會通過其他導航方法來修正慣導誤差。

### 星星指路引航程

皓月當空，星光璀璨。如果飛行員駕駛飛機在夜間迷航，他們會利用六分儀觀星，這就是天文導航。

天文導航需要飛行員擁有豐富的天文知識儲備。當遇到氣流顛簸時，飛行員很容易選錯參考星體，從而迷失航向。

為了解決這一問題，早期的麥道和波音客機將天文導航融入駕駛艙設計理念中，在駕駛艙風擋玻璃頂端裝上“觀星窗”。這種設計能減少目視飛行中的盲區面積，即使在導航系統全部失效後，也能通過天體來判斷所處位置。

傳統天文導航，飛行員需要通過複雜計算才能得出位置信息，如何讓星星把位置信息直白地“告訴”飛行員呢？

隨着各國航天技術發展，科學家決定親自動手，在天上鑲上“星星”——人造衛星。這些人造衛星所構成的全球衛星導航系統，相當於把原本在地面的導航台搬到天上，被形象地稱為“天上燈塔”。

衛星導航的原理不難理解：利用飛機接收機接收衛星信號，計算出飛機相對於衛星的距離，衛星相對於地面基站的位置已知，解算一組方程就能得出飛機位置。衛星位置高、覆蓋範圍廣，可以輕鬆實現全球導航，這是任何導航系統都無法媲美的。

20世紀70年代，美國和蘇聯爭相開始研發全球衛星導航系統。

美國GPS系統家喻戶曉，這套系統於1994年全面建設完成，並於2010年重新優化調整了衛星分布，改善了導航設備精度；俄羅斯格洛納斯系統，原計劃1995年建成，蘇聯解體導致計劃擱淺，直到2001年俄羅斯才重新啟動建設，於2010年完成了全部24顆衛星的發射。

20世紀90年代，歐盟開始研製伽利略導航系統。該系統衛星數量多，能提供更好的信號、傳遞更多的信息，安裝的精確原子鐘運行300萬年後誤差只有1秒，定位誤差在1米以內。

值得一提的是，伽利略導航系統不僅是一個獨立的定位導航工具，還能與多種導航系統結合使用，提高對海洋風速、海面潮水的強度和高度等數據測量精度。

2020年7月31日，中國北斗三號全球衛星導航系統正式開通。從2000年建成的北斗一號系統，到2012年服務亞太地區的北斗二號系統，再到2018年服務“一帶一路”國家、2020年全面建成的北斗三號全球衛星導航系統，我國成為世界上第三個獨立擁有全球衛星導航系統的大國。“北斗+5G”“北斗+AI”“北斗+大數據”……一個嶄新未來正扑面而来。

當前，新技術層出不窮，導航技術正向着智能化、自動化、系統化的方向發展。今年5月，第十二屆中國衛星導航年會就以“時空數據，賦能未來”為主題，全面展示衛星導航時空服務對未來發展的重要意義。

相信隨着科技快速發展，在不久的將來，會出現更多精度高、範圍廣、不受外界干擾的航空導航系統。它們將引領戰機安全、高效地穿越雲層、跨越山海。

上圖：地面導航台和人造衛星為飛機指引航向示意圖。資料照片



前不久，我和幾名退休職工相約來到重慶一家博物館，與一位闊別30年的“老朋友”相見。

這位“老朋友”來頭可不小。它是我國第一代導彈驅逐艦珠海艦，曾隨艦艇編隊執行過多次出訪任務，航跡遍布世界各地。30年前，我前往某造船廠，為珠海艦安裝艦炮。這段經歷，讓我對珠海艦擁有一份特殊感情。

今年6月，珠海艦退役後被移交給重慶一家博物館，開始對公眾開放，我有幸與這位“老朋友”重逢。

### 安裝調試用時4個月

1991年夏，我來到重慶望江機器製造廠工作，負責火炮生產。當時，我和工友們接到一項重要任務——前往某造船廠安裝新型艦載防空火炮。我們深感使命光榮、責任重大。

第一次見到珠海艦，我被其碩大船體深深震撼着。在陽光的照射下，珠海艦凸顯出一種迷人氣質。

“這艘軍艦真牛！”珠海艦首次採用全封閉式艦橋和艦體，搭載了我國當時自主研發的最新型作戰指揮系統。

此次，我們負責安裝的艦載防空火炮性能先進，可實現自動瞄準和射擊，這是舊式艦載防空火炮無法比擬的。

帶着這份使命，我們投入到火炮安裝任務中。安裝炮塔時，火炮限制裝置位於炮台下方，空間狹小，只能容納一人臥姿進出。黑漆漆的控制室裡，我借助手電筒小心翼翼地搜索滑塊位置。操作過程中，磕碰剛傷在所難免，出來後我發現身上多處“掛彩”。

為按期交付裝備，大家腳足了勁與時間賽跑。歷時4個月，我們完成了艦載防空火炮的安裝調試。來不及休息，我們就馬不停蹄地進入下一個環節——試射艦炮。

### 首次隨艦出海航行

試射艦炮需要隨珠海艦出海航行。拂曉，珠海艦駛過波光粼粼的海面，機電設備嗚鳴聲回蕩耳畔，宛如一曲雄壯的交響樂，讓我很是興奮。

這不是我第一次出海航行。站在这艘當時國內最先進的驅逐艦甲板上，體驗與以往完全不同。以往乘坐小噸位軍艦出海，我每次都會暈船，難受得上吐下瀉。如今，身處3000多噸的珠海艦上，我感受到一種從未有過的“穩”。

到達指定區域，我們緊鑼密鼓地開展試射。在火炮操控室內，所有人屏息凝神，等待發射的那一刻。隨着一聲巨響，炮彈精確命中目標。科研人員迅速收集裝備數據，梳理意見建議，調試後再次準備射擊。

幾輪試射後，艦載防空火炮的精度、射速和穩定性均達到設計要求。

返航途中，不時有海鳥從甲板上空掠過。年輕的水兵們拿出口琴，吹奏起一首首軍歌。

### 為國防事業盡一份力

遠洋航艦，異國軍港，鮮艷的五星

# 「我給珠海艦安裝過艦炮」

重慶望江機器製造廠工程師王文勝

紅旗和白藍相間的人民海軍軍旗迎風飄蕩，當地華僑齊聲高唱《歌唱祖國》……1997年，珠海艦隨編隊橫跨太平洋，總航程2.4萬多海里，創造了當時中國軍艦航程最遠、抵達國家港口最多的紀錄。

電視前，我自豪地對孩子們說：“我給珠海艦安裝過艦炮。”

這款先進艦炮從冶煉毛坯到制作成品，大部分工序都是由我們獨立完成的。自主設計的全封閉炮塔加強了火炮的密封性，避免受到海水腐蝕。

由於工作原因，我常年出差，一走便是幾個月。老伴袁東碧和我都是重慶望江機器製造廠的職工，照顧家庭的重担只能落在她一個人的肩上，但她始終理解支持我的工作：“這是祖國需要的。”

如今，珠海艦退役了，我也退休了。在我的心裡，珠海艦不是一般的戰艦，它是一段寶貴記憶。為國防事業盡一份力，是我一輩子的榮光。

這一天，恰逢重慶望江機器製造廠黨委在博物館組織主題黨日活動，一大批青年職工到此參觀。在珠海艦的見證下，我彷彿與他們完成了一場特殊的“交接儀式”，青年工匠從我手中接過接力棒，為國防事業再續輝煌。

（那 哲、周建忠整理）

上圖：王文勝近照。

余 玥攝

## ★ 大國工匠

## ★ 保障親歷

初秋，燕山山脈，楓葉染紅。第82集團軍某旅修理連迎來兩位客人——某軍工廠謝毅和曾姜宏師傅。這次例行巡修，主要是解決之前官兵反饋的裝備保障難題。

“謝師傅，大家很熟悉，是我們的老朋友；曾師傅，第一次來部隊巡修，是我們的新朋友……”兩位師傅一下車，修理連連長程俊就忙著向官兵們介紹。

放下行裝，兩位師傅馬上投入工作。走進車間，特種車駕駛員班志成告訴謝師傅：“這款車列裝不久，大家缺乏維修經驗，出現一些棘手故障後，只能眼睜睜地看着它‘趴窩’。”

一番“望、聞、問、切”後，謝師傅馬上找到故障點——油泵單向閥損壞，導致車輛無法啟動。謝師傅利用便捷式維修設備對單向閥進行更換，很快解決了故障問題。

“大家對新裝備使用原理了解不透，導致故障修理無從下手。”接下來幾天，謝師傅專門抽出時間，為大家講解這

車的工作原理、常見故障和維修方法。

不久後，連隊執行一次運輸保障任務，謝師傅全程伴隨保障。機動途中，一輛運輸車轉向突然失靈。

仔細查看後，謝師傅判定：故障源頭是助力泵。調整助力泵角度後，車輛恢復正常。

“故障修理不能‘頭痛醫頭，腳痛醫腳’，要認真排查，從裝備運行原理上查找問題根源。”事後，謝師傅語重心長地對大家說。

“姜還是老的辣！”官兵們紛紛為謝師傅點贊。

與風風火火的謝師傅相比，曾師傅“低調”很多。在巡修過程中，他一直躬身研新，試圖通過儀器代替人工巡修。

經過詳細調研，曾師傅發現不少發動機故障難以斷定，需要拆卸檢查，浪費大量的人力和物力。若能設計出發動機故障檢修儀，維修效率將會大幅提高。

巧合的是，連隊發明家焦士明曾設計出一款發動機故障檢修儀。但這款檢修儀只能檢測常見故障，不同車型之間無法通用。

曾師傅知道後頓時來了精神。他嘗試把不同型號的發動機故障寫成代碼，對原有程序進行優化調試。

很快，升級版發動機故障檢修儀誕生。有了新的故障檢修儀，部隊維修官兵檢修發動機故障效率明顯提高。

“工廠來的大師傅有能耐！”得知這

■王 軼

# 修理連迎來兩位好朋友

漢陽兵工廠以德國88式步槍為原型，仿製出“漢陽造”步槍——

# 見證歷史的“中華第一槍”

■沈業宏 薛 明

## ★ 歷史鉤沉

武漢市江夏區，某軍工廠廠區門口，矗立着一座高約10米的雕塑。一張強勁有力的大手，從崩裂的石塊中伸出，緊握“漢陽造”步槍扳機，槍口直指蒼穹。

“漢陽造”步槍，有着“中華第一槍”的美譽。從1895年出廠到1944年停產，這款槍服役數十年，產量超過百萬支。

經歷兩次鴉片戰爭失敗，清政府開始尋求“取夷之方”，洋務派主張“師夷長技以制夷”，興起了購買、仿製西方武器的熱潮。

19世紀80年代末，裝配無烟火藥的德國88式步槍問世。時任湖廣總督張之洞決定建立漢陽兵工廠，向德國購買專利技術和生產設備，以88式步槍

為原型仿製新槍。

此時，一批海外留學青年踏上回國旅程，等待他們的是為國造槍的夢想綻放。來到漢陽兵工廠，他們在88式步槍的基礎上進行改進：以上護木取代笨重的槍管套筒，將刺刀改裝在前護木下方，把通條放置於護木中。用時數月，“漢陽造”步槍走下流水線。

從辛亥革命到抗日日戰爭，再到解放戰爭，“漢陽造”步槍在多個戰場創造歷史：湖北新軍工程第八營起義士兵用一支普通的“漢陽造”步槍，射出了一顆決定中國歷史命運的子彈，這震驚世人的第一槍，是對大清帝國的致命一擊；工農紅軍用“漢陽造”步槍，打響了中國共產黨創建人民軍隊的第一槍……

斗轉星移。新中國成立後，“漢陽造”步槍逐漸被56式半自動步槍取代，漢陽兵工廠也歷經多次搬遷，為我國軍工事業做出不可磨滅的貢獻。