

# 軍用直昇機需求計畫及戰場存活力

曾培元<sup>1</sup>

## 一、直昇機的基本特長與軍用需求

直昇機可垂直起降、空中懸停及超低空飛行，與定翼機比，不需大機場、長跑道；與地面車輛比，不受地形限制且速度快。六十年間歷經韓、越、阿富汗、福克蘭、伊拉克等戰爭，直昇機從觀測、運輸、搜救、到武裝攻擊、反潛掃雷等等，其作戰用途和技術發展在軍方要求與廠商競逐下，從無到有，從不完善到逐漸成熟，擔負起現代戰爭不可或缺的重要角色。本文蒐集整理了美軍自 1960 年以來幾個重要的直昇機需求計畫，並簡述其發展成果供大家參考。

### 1. LOH (Light Observation Helicopter 1960-68)

#### 輕型觀測直昇機需求計畫

- ◆ 1960 美國陸軍提出小型、機動、人員運送、載貨、醫療後送、輕地面攻擊和照相偵察的直昇機需求。
- ◆ 先由休斯 OH-6A 得標稱為 Loach，是 1965 年第一種參加越戰的從事偵察搜索任務的機型。

---

<sup>1</sup>國防大學理工學院機電能源及航太工程學系教授

- ◆ 1968 年美陸軍重開 LOH 的競標，改由貝爾 OH-58A(Kiowa) 贏得。越戰期間(1965-73)LOH 的投入，運交數量計達三千六百餘架。

## 2. AHIP (Army Helicopter Improvement Program 1981-85)

### 陸軍直昇機改良計畫

- ◆ 越戰的經驗為 O 型機偵察搜索任務的需求與定義，提供了更完整的概念。
- ◆ 1981 年美陸軍提出新的偵察機需求，由貝爾 OH-58D(Kiowa Warrior)得標，經過測試評估確定可擔當出色的空中偵察搜索的斥喉角色。

## 3. AAFSS (Advanced Aerial Fire Support System Program 1964-71)

### 先進空中火力支援系統計畫

- ◆ 1964 年美國陸軍提出專職攻擊直昇機的需求計畫，長程可搭載各式武器深入敵境執行阻絕任務。
- ◆ 1965 年選中洛克希德 AH-56A 夏安(Cheyenne)，簽訂十架實驗機合約經冗長及昂貴的發展，未能滿足陸軍更新的需求，於 1972 年終遭取消。

## 4. AAH (Advanced Attack Helicopter Program 1970- 81)

### 先進攻擊直昇機計畫

- ◆ 1967 年由 UH-1 改裝的 AH-1G (Huey Cobra) 投入越戰，遞補 AAFSS 完成前的需求空隙。
- ◆ 1972 年美國陸軍另擬全新構想的 AAH 計畫，取代 AAFSS，1976 AH-64(Apache) 中選，1981 年發展完成開始量產。

## 5. UTTAS (Utility Tactical Transport Aircraft System Program 1972- 78)

### 通用戰術運輸機系統計畫

- ◆ 設計用以汰換 UH-1 系列、更有效的進行部隊運送、醫療後送、指揮管制扮演更好的作戰攻擊的角色。1976 年塞考斯基的 UH-60 Black Hawk 黑鷹被美國陸軍所採用。
- ◆ 根據美國陸軍的航空現代化計畫，UH-60M 直升機已被美軍視為未來十年的主要通用直升機機型，目前僅以美軍而言對 UH-60M 的需求就超過一千兩百架，美國並已對外國出售近三千架 UH-60 系列機種。

## 6. LHX (Light Helicopter Experimental Combat Helicopter Program 1983-2004)

### 輕型戰鬥直昇機實驗計畫

- ◆ 研發可同時進行偵搜與攻擊的機型以取代 OH-58 和 AH-1。1991 年美國陸軍選擇了波音和塞考斯基合作的 RAH-66 Comanche，具備有偵搜能力及反坦克與空對空飛

彈的攜行能力，而各種隱形技術的應用是最大特點。

- ◆ RAH-66 Comanche 可說是科技最先進的攻擊直昇機，但是美國國防部與陸軍卻認為它已不適合未來的戰場了。

RAH-66 是冷戰思維的產物，主要目標是能在蘇聯防空網的威脅之下存活並有效執行偵搜與攻擊任務；蘇聯解體後，美國在國際面臨的地區性衝突，對手多半都是僅擁有二、三流正規武力的第三世界國家。RAH-66 引以為傲的強項在此類作戰環境中成本太高，根本禁不起消耗。

- ◆ RAH-66 也遇上目前廣受歡迎的無人遙控飛行載具(UAV)，由於成本低廉且不用讓人員冒生命危險，且可大量配備並深入載人戰機不敢抵達的險境，充分掌握戰場狀況，技術進步後，武裝無人遙控載具更將大行其道，而有犧牲人命之虞的攻擊直昇機未來就可能淡出了。RAH-66 Comanche 直升機發展計畫雖已中止，然而投入的經費並未浪費。在其研製過程中所獲得的匿蹤、旋翼、動力、監偵、航電、火控等次系統關鍵科技，都將被運用在戰機性能升級、乃至無人機等新系統的研發計畫中。

## 7. LUH (Light Utility Helicopter Program 2004-)

### 輕型通用直昇機計畫

- ◆ 2004年2月23日，美國陸軍宣布航空現代化工作團隊（Aviation Modernization Task Force）的評估結果，其中包含 RAH-66 Comanche 直昇機計畫的中止。隨後也重整了其航空相關部門組織，以反映當時和未來的需要。而本需求計畫之 LUH 輕型通用直昇機將提供軍團和師層級靈活機動的一般性支援。LUH 主要任務是供應後勤與行政支援所需的空中運輸。它要能夠在降低的操作成本下提供可靠的行政型空中支援。
- ◆ 歐洲 EADS 集團北美公司以改良自 EC-145 商用直昇機的 UH-145 多功能軍用直昇機，在 2006 年 6 月贏得 LUH 計畫。隨後命名為 UH-72 Lakota 正式成為美國陸軍新一代輕型通用直昇機。UH-72 全在美本土生產，2008 年底前已交機 42 架，到 2016 年美國陸軍預計將採購 Lakota 達 345 架。

## 8. ARH (Armed Reconnaissance Helicopter 2004-2008)

### 武裝偵察直昇機計畫

- ◆ 美國陸軍依循 OH-58D 的模式，打算以一種輕型通用直昇機衍生出偵察直昇機，作為 RAH-66 計畫的接替者之一，此即為武裝偵察直昇機計畫。競標結果於 2005 年 7 月底揭曉，貝爾的 Bell 407 單引擎輕型直昇機雀屏中選。美國陸軍本預計採購 368 架 ARH，於 2006 至 2013 年陸續交機。

- ◆ 但是由 Bell 407 發展出來的 ARH-70 Arapaho 單位造價從 850 萬美金節節升高至 1450 萬美金遠超過原預算，美國陸軍不得已於 2008 年 10 月在試飛了 4 架後宣告取消合約。

## 9. VTUAV (Vertical Takeoff and Landing Tactical Unmanned Aerial Vehicle)

### 垂直起降戰術無人空中載具計畫

- ◆ 1999 年 1 月美國國防部聯合需求評審會(JROC)，審核海軍提出的發展垂直起降戰術無人飛行器系統的作戰需求文件。確定了 VTUAV 的性能需求包括：自地面和甲板上垂直起降，承受每小時 46 公里強風吹襲，空中穩定懸停，具備自主發射回收能力，攜帶 90 公斤酬載，航程 200 公里等。
- ◆ 2000 年 2 月美國海軍宣布 VTUAV 得標者為：諾斯羅普格魯曼公司瑞恩航空中心(NG-RAC)研製的火力偵察兵(Fire Scout)無人直昇機。先有軍方編號機型 RA-8A，2005 年 8 月又推出改良的第二代火力偵察兵 MQ-8B，負載能力提高至 270 公斤。目前美國海軍已有 28 架 MQ-8B。
- ◆ 2010 年 3 月諾斯羅普宣布採用較大空間的 Bell 407 直升機機體，裝入 MQ-8B 自主控制系統等配備，發展出提升大約兩倍耐航和三倍酬載性能的第三代機型 MQ-8C。美國海軍已採購首批

MQ-8C 火力偵察兵(Fire Scout)無人直升機 5 架，預計到 2015 年底前交機。MQ-8 系列無人直昇機可承擔海上巡邏偵察，進行反潛反艦和反魚雷等任務。是一種多功能武器系統，將成為艦載武器中的新利器。

## 二、戰場存活力之需求及其因應設計

過去戰例統計直昇機戰損率高於定翼機，提高戰場存活能力是軍用直昇機的重要需求。在阿富汗反恐戰爭與第二次攻伊戰爭中，對 AH-64 造成最大傷害的並不是什麼精密的雷達/光電導引防空飛彈、防空火炮甚至肩射防空飛彈，而是敵人士兵手中最簡陋的 RPG 或小口徑槍砲。如果敵方可以用大量簡陋的武力把精密高檔的直昇機消耗掉，就太不划算了。火力、機動力和防護力三者如何平衡兼顧，考驗軍用直昇機設計者。

### 1. 隱匿性—能躲

- ◆ 對於軍用直昇機而言在其招標中要將各種飛行條件下的聲信號、最大雷達截面和紅外幅射提出限制，避免成為雷達導控機砲和追熱飛彈的好目標。

### 2. 規避性—能閃

- ◆ 任何在戰場上使用的直昇機都必須具備機動有效的規避能

力。

- ◆ 要有超過平飛所需功率的高剩餘功率，在緊急情況能獲得足夠的垂直爬升率或轉彎能力，而不必擔心結構損壞。

### 3. 防損性—耐打

- ◆ 對任何必須進入戰區的直昇機在設計時都要考慮其防損性
- ◆ 招標中規定所受威脅的最大易損區域如 AH-64 的要求是一 12.7mm 彈，對機體損傷不影響其安全返航，或視需要加強化、生、放武器的防護措施等。

### 4. 抗毀性—耐摔

- ◆ 在招標條件中，要求在規定的速度內墜落地面時能保證機上人員的安全存活。其它例如規定油箱墜毀後不引起火災等

### AH-64 戰場存活力設計

- ◆ 具承受 12.7 毫米槍彈的能力，重要部位具承受 23 毫米砲彈能力。
- ◆ 引擎排氣裝置、混入冷空氣後排出，使追熱飛彈無法標定。
- ◆ 位置遠離油箱的高能量吸收的起落腳架。
- ◆ 抗撞擊自封油箱，以及位於發動機部位的吸油泵，防止油送到已破裂管線。

- ◆ 具強化龍骨結構的圓形機身下部。
- ◆ 發動機及齒輪箱在高 G 力撞擊下，不會穿透機艙內部
- ◆ 可乾式運轉的齒輪，失去潤滑油能繼續運作 30 分左右，不至於咬死。
- ◆ 駕駛艙分為兩個縱列的獨立單元，其間由一面透明的防爆屏隔開，使一枚 23 毫米的高爆燃燒彈威力限於一單元，而防爆屏在墜落後發生橫滾時有支撐作用。
- ◆ 每個駕駛員座椅的椅盆及兩側有陶瓷裝甲，二艙都有完整飛控和儀表設備，可單獨操縱飛機。
- ◆ 兩台通用 GE-T100 發動機分開布置，使一枚彈頭造成的損害降至最低
- ◆ 兩個油箱在某種情況下，可把一油箱的油輸送到另一油箱中，也可由油箱同時給兩台發動機供油。
- ◆ 主旋翼槳葉有四個分離的空心翼樑和一個負擔載荷的前緣平衡樑，即使一枚 23 毫米高爆彈在槳葉中留下大洞，也不會使槳葉喪失負載能力。

### AH-1Z 戰場存活力設計

- ◆ 前後座駕駛台配置完全相同，因此必要時前後座可進行任務互換。

- ◆ 換裝新型的四葉片複合材料主旋翼，旋翼葉片能承 23 毫米機砲彈的直接命中而不喪失功能。四片旋翼讓 AH-1Z 的酬載能力比 AH-1W 提升，而震動、噪音也減低不少。
- ◆ 因應未來戰場上可能出現的磁脈衝(EMP)武器攻擊以及電磁干擾(EMI)，AH-1Z 的飛控與航電系統都經過電磁防護遮蔽。
- ◆ 具備自封油箱以及滅火系統；機上具有惰性氣體產生系統(OBIGGS)，製造惰性氣體並灌入油箱，降低墜機或油箱被擊中時燃油爆炸的機率。

### Mi-28 戰場存活力設計

- ◆ 人員座艙、油箱、旋翼等重要部位可承受小口徑火力射擊。
- ◆ 重要組件如發動機、燃油/液壓系為複式分置，遭單一飛彈命中，仍有動力持續操作或返航。
- ◆ 反制措施上，有被動的雷達警報器及抑制紅外線訊號干擾器及熱燄彈等。
- ◆ 機身可承受高達 18m/s 的垂直降落率(AH-64 為 13m/s)，墜落時，雙行程的著陸輪架及乘員座椅可吸收墜落能量。
- ◆ 受撞擊時，座艙內爆壓裝置會收緊安全帶，將週期桿前推，以免傷及乘員，另側窗玻璃自動彈開，使乘員快速脫離。

### Ka-50 戰場存活力設計特點

- ◆ 單座，減重靈活，配合先進自動化系統，駕駛員兼射手。
- ◆ 採用共軸雙旋翼，氣動特性對稱，機動性好，改變航向時很容易保持直升機的飛行高度。
- ◆ 在旋翼轉動時的全長才 16 米，外廓尺寸小，雷達和目視識別特徵就小，便於隱蔽；受彈面就小，戰鬥損傷概率也小。
- ◆ 開創駕駛員彈射救生系統的先河。蘇聯花費了整整 7 年研究成功了火箭彈射救生系統，可在零高度和零速度情況下進行彈射救生。駕駛員起動旋翼槳葉根部的爆炸螺栓，使兩副旋翼上的 6 片槳葉脫離槳轂飛走，隨即座艙蓋脫開飛離座艙，然後位於座椅後背的彈射火箭點火，駕駛員連同座椅一起與座艙脫開並彈離座艙。

### Tiger 戰場存活力設計特點

- ◆ 整個機身結構的 80% 是以複合材料製造，主要以碳纖維結構為主，重要部位則以凱夫勒(Kevlar)纖維為主，以增強機身防彈與承受戰損的能力。
- ◆ 機身兩側的主起落架可承 6.5m/s 的垂直下降率(重落地)而不致受損，機身則可承受 8.2m/s 下降率，而座艙內的裝甲座椅尚可進一步吸收衝擊力，使機員可承受 10.5m/s 的下降率。
- ◆ 利用光電瞄準儀的自動追蹤，射控電腦可即時得知目標的精確

運動，每 20 微秒進行一次彈道解算，並驅動電動機砲塔。高速電腦解算結合高精確度的瞄準與機砲塔，結合成致命精確的武器系統。因此虎式直昇機在空戰中 3 發子彈就有 70% 的命中率，連射 15 發就到達 99% 的極限。相對於現有機砲系統要達到 70% 的命中率需要發射 100 發，可大為節省彈藥量，減輕重量，提高機動性。

### RAH-66 戰場存活力設計特點

- ◆ 其雙人縱列式座艙的座艙罩使用平板式玻璃，不易因反光而被敵方肉眼察覺，機身表面的暗色無反光塗、可收式起落架、內置的發動機與武器艙皆使正面面積減低，降低被肉眼發現的機率。
- ◆ 發動機安裝在機部體內部，使得輻射至機身外部的噪音減少；狹長的排氣口設計，也能壓抑發動機的噪音。主旋翼尖採用後掠式，可使噪音減小 2-3 分貝，使得 RAH-66 的噪音降至 AH-64 的 0.625 倍。
- ◆ 擁有光滑、簡潔的平板式外觀，大幅降低返回敵方雷達發射方向的回波強度。RAH-66 的雷達截面積(RCS)降至 AH-64 的 1/600 倍、OH-58D 的 1/200 倍。
- ◆ 兩具發動機安裝在機體內部，輻射到外部熱量減低，機身上方

有個進氣口，可吸進外界常溫空氣與發動機的高溫廢氣混和，再通過長條排氣管道，讓廢氣與被吸入的外界空氣有效混合、降低，然後從長條形隱藏式排氣口排出，再由主旋翼造成的下吹氣流降溫與吹散。RAH-66 發動機輻射出的熱量僅為現役各型直昇機的 1/4 左右。

- ◆ 為了減輕重量，增加強度與減少雷達回波，機體大量使用複合材料，佔了整個結構重量的 51%。
- ◆ 機體結構可承受 3.5 個 G 以及 -1G 的重力加速度，並能承受 12.7 毫米口徑以下彈藥的射擊，甚至能承受少量 23 毫米機砲砲彈的命中，而旋翼與燃油系統亦能承受小口徑武器的攻擊
- ◆ 具有惰性氣體產生系統，製造惰性氣體並灌入油箱，減低墜機或油箱遭敵方武器命中時，燃油發生爆炸的機率。
- ◆ 採用常見的縱列式座艙設計，但是前座為飛行官，後座為武器系統官，與一般採用縱列式座艙的現役攻擊直昇機相反，以增加飛行官在進行地貌飛行時的視野。無論是前座或後座的機員，都能有效控制武器與駕駛直昇機。

## 參考文獻

1. 曾培元，(2012)，軍用直昇機的特殊需求和技術發展，旋翼機理



論講義，國防大學理工學院機電能源及航太系

2. <http://www.helis.com/default/>
3. <http://www.helis.com/programs/uttas.php>
4. [http://www.helis.com/70s/AH-64\\_Apache.php](http://www.helis.com/70s/AH-64_Apache.php)
5. <http://www.helis.com/database/model/65/>
6. [http://www.helis.com/Since80s/h\\_ka50.php](http://www.helis.com/Since80s/h_ka50.php)
7. <http://www.helis.com/programs/luh.php>
8. <http://www.usmilitaryhelicopters.org/>
9. [http://en.wikipedia.org/wiki/Northrop\\_Grumman\\_MQ-8\\_Fire\\_Scout](http://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_MQ-8_Fire_Scout)
10. <http://www.army-technology.com/projects/firescout/>.
11. <http://www.bga-aeroweb.com/Defense/MQ-8-Fire-Scout.html>
12. [http://en.wikipedia.org/wiki/Bell\\_OH-58\\_Kiowa](http://en.wikipedia.org/wiki/Bell_OH-58_Kiowa)
13. [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_United\\_States\\_military\\_helicopters](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_United_States_military_helicopters)
14. [http://en.wikipedia.org/wiki/Eurocopter\\_UH-72\\_Lakota](http://en.wikipedia.org/wiki/Eurocopter_UH-72_Lakota)
15. [http://en.wikipedia.org/wiki/Bell\\_AH-1Z\\_Viper](http://en.wikipedia.org/wiki/Bell_AH-1Z_Viper)
16. [http://en.wikipedia.org/wiki/Mil\\_Mi-28](http://en.wikipedia.org/wiki/Mil_Mi-28)
17. [http://en.wikipedia.org/wiki/Eurocopter\\_Tiger](http://en.wikipedia.org/wiki/Eurocopter_Tiger)
18. [http://en.wikipedia.org/wiki/Bell\\_ARH-70\\_Arapaho](http://en.wikipedia.org/wiki/Bell_ARH-70_Arapaho)