

無人飛行載具(UAV)遂行海峽情、監、偵任務之研究

海軍中校 藍明華

提 要：

一、我國由於領海遼闊，地處東南亞與東北亞海運要道，因受限於兵力，對於領海內之艦船目標無法有效實施海上偵巡，以提供詳細、確實、即時之目標鑑別資訊，故應用無人飛行載具，並整合各型情、監、偵系統，將有助於我台澎防衛先期預警之有利機勢。

二、本研究針對以人工/語音指管、艦船執行偵查方式，與未來建置半自動/高速之無人飛行載具偵巡方式做比較，發現在妥善規劃下後者可獲得倍數的偵察距離及預警時間，而不需大幅修訂現有組織及單位，且具低廉的建置、維修成本與僅增加少數人力之優點，對海軍未來的監偵及識別作業甚具價值。

關鍵詞：UAV、無人飛行載具

壹、前言

1982 年以 敘貝卡山谷戰爭、1991 年波灣戰爭、2001 年美軍攻打阿富汗反恐戰爭、以及 2003 年美國反制伊拉克的軍事行動中，無人飛行載具被運用於戰場監視、偵察、攻擊、轟炸、損害評估、目標定位、誘敵、電子戰與通信中繼等任務，分擔空軍執行高危險性之任務，並協同友軍聯合作戰，可說是戰場上的尖兵與利器〔註一〕。

無人飛行載具擁有多用途、低成本、高效率等特性，大多用於情資之偵蒐，可偵測敵輻射源、雷情資料與定位，即時下傳地面或艦艇遙控站與己方雷達目標情、資關聯，依輻射源鑑別協助雷達目標（或輻射源載台）辨識及提供反輻射飛彈與電子干擾等電子戰攻擊運用。並藉 UAV 監視敵方輻射源之搜索、獲得、鎖定、追蹤及資料鏈傳等不同信號特徵變化，掌握雷達目標正在進行之操作模式，以做為戰場應變之參考，除可彌補既有電偵站台受地形涵蓋與地球曲度限制，並可提高輻射源定位精度與延伸預警範圍〔註二〕。

海巡署自 91 年至 93 年整合運用民用航空器資源，租用民用航空器實施空中偵巡任務，惟直升機受到航程及滯空時間之限制，無法真正有效實施海上偵巡。於是自 94 年起，海巡署考量以無人飛行載具取代原有空偵機之部分功能，做為提升海上執法之能力。在海軍兵力方面，各部隊每日派遣三艘主戰艦（東北偵巡、海峽偵巡及西南偵巡）、六艘輔戰艦艇（南、北部警戒偵巡及四個港口偵巡）及兩架反潛機於指定海上偵巡區巡護海疆，另各支隊均納編泊港待命艦以因應海上突發狀況〔註三〕，惟反潛機主要任務為訓練與反潛任務，同受航程及滯空時間之限制。考量偵巡所需耗費人力、物力、維修、保養成本與執勤人員飛行安全，相較於無人飛行載具成本低、費用少、不易受環境條件影響、適應性強、低後勤支援與維修週期成本，且避免飛行員傷亡及降低人力需求等優點，(UAV)如能配置

發展成熟之機體紅外線、雷射等光電偵測裝備，或依任務性質加裝額外裝備，如搜索雷達、合成孔徑雷達、移動目標指示器、垂放式聲納與干擾絲發射器等〔註一〕，除可執行全天候包括偵測、監視、追蹤、通訊、反潛、電子反制等任務外，當友軍艦艇或戰機正執行岸轟或對地攻擊任務時，尚可提供目標追蹤、標定及目標損毀評估等支援。

貳、無人飛行載具簡介

無人飛行載具(UAV, Unmanned Aerial Vehicle)是現代國防利器之一，在戰時，可從事偵察、監視、通信、管制等任務，平時則可以做為訓練用靶機，與有人飛機相較之下，它具有成本低、機動性強等優點，更重要的是可以避免人員傷亡，適合執行風險性較高的任務。在其他運用方面有深入敵境照相、電子情報蒐集、雷達干擾、搜索標定攻擊目標、通訊中繼、核生化監測預警、誘敵、砲火校正、戰果評估等。未來更可應用在無人飛行戰機、航艦攻擊上，其他應用領域如海岸防衛、環境監測、科學應用、交通控制、農/漁業應用及娛樂運用等。

無人飛行載具系統組成分為三部分，分述如下〔註二〕：

一、飛行載具系統

包括機體結構與外型、推進系統、自動駕駛與程序控制裝置、導航設備（如GPS、INS等）、資料鏈結（Datalink）與資料儲存系統及特定任務所需的酬載裝備。

二、地面控制系統

包括地面的飛行操控人員、監控人員或即時資料分析與解讀人員等，硬體設備方面則包括訊號與指令的傳送設備及情報資訊的接收與分析設備等。

三、發射/回收設備

UAV的發射，除了傳統的長跑道起飛外，因地形的影響（如山谷、河床、沙漠等）可以火箭助推或彈射軌發射等。而降落除了傳統長跑道降落外，也有運用攔截網、纜線勾鎖或降落傘的方式降落。

隨著科技進步、作戰環境變遷，無人飛行載具的發展也日新月異，使用範圍包羅萬象，在分類上，因為內外因素不同也有些許差異（見表一），未來更可能因應用改變會有更細的分類。

無人飛行載具執行任務，在不同軍種有不同的適應性與應用，根據其所使用的機種、地形及任務不同，而有其獨特的特點〔註一、二、四〕：

- (一)重量輕、體積小，機動性高。
- (二)雷達截面積小，易於避開雷達搜索，存活率高。
- (三)擴大偵查及監視區域，面對複雜地形有較優異之偵查能力。
- (四)即時影像傳送，增加目標獲得能力。
- (五)操作簡便，立即可用，1-3人即可操作，無需大量增/擴編人員。
- (六)造價低，需求預算易於編列，成本效益高。
- (七)維修、保養費用低，大幅降低後勤支援成本。
- (八)不易受環境條件影響，可執行單調、骯髒及危險任務，適應性強。

(九)避免飛行員傷亡及降低人力需求。

無人飛行載具缺點及限制：

(一)載重有限，掛載受限。

(二)處理危機能力低。

(三)回收易受天候影響。

(四)易受電子攻擊及干擾，影響控制站之指揮管制。

(五)遭偵測後，反擊能力較差。

(六)基地遭受攻擊後，喪失作業能力。

(七)煙霧降低偵察效果。

美海岸防衛隊發展無人飛行載具配合該隊的深海計畫(Deep Water)，以因應不足的艦艇和飛機來執行任務，希望能找到一個預算與功能符合的裝備，且仍保有簡單操作性。一架符合艦船操作功能的無人飛行載具，須滿足在傾斜的艦艇甲板上快速上升，並可讀取一個 6 吋大小的字體來辨認船隻，這些要求在一萬呎的上空無法用廉價方式獲得，特別是 UAV 酬載不得超過 90 磅的條件下更為困難。經評估，美海岸防衛隊以 Bell 公司生產的鷹眼 (Eagle Eye) 為採購對象。

我國於民國 85 年起，由中科院開始研發中翔一號無人飛機，90 年起，為滿足軍種的近程 UAV 需求，精進整體系統功能，包括提高酬載、滯空時間、升限及導控距離，完成中翔二 C 戰術型 UAV 研製。在軍事上，中翔二號 UAV 可執行日夜間偵搜、戰場監控、目標定位及戰損評估等任務。近年來中科院成功研發一種軍民通用型無人飛機—天隼二型，此型飛機在構成及運用上有極大的彈性，可依需求配裝不同任務酬載，如晝間實施監視的光電系統、通信電戰對抗組件、氣象環保遙測組件，以及不同保密安全考量下，構裝的訊號鏈路。

中翔、天隼無人飛機的發射與回收，設計為輪式起飛、輪式著陸，其中天隼無人飛機亦可選擇則改為彈射起飛及拉索降落，以減少起降場地需求限制，而基本上此兩型 UAV 以部署於陸地為優。

參、海軍偵巡艦任務概述

目前偵巡艦執行偵巡任務，以艦載雷達針對負責偵巡區域對目標實施追蹤、監視或鑑別。一級作戰艦艇因配置海軍指管語音系統，可檢視台海其他區域航行之艦船，但對於雷達偵測距離外之目標，則需仰賴海軍指管系統及其他雷達站、監偵單位或情報站提供情資，對於遠距離目標鑑別往往需要駛近至一定距離後始能鑑定，鑑別時效較差。其餘二、三級艦則針對近岸、短距離目標實施鑑別，但因未配置完整之海軍指管系統，僅能以語音方式接收偵查命令以及回報鑑別結果。艦船航行管制以傳統語音配合海軍指揮系統螢幕顯示執行，目標偵測由艦隊作戰中心或地區作戰中心以無線電語音方式下達偵查命令，偵查命令包含目標方位、距離等資訊，偵巡艦依指示航行至目標附近實施目視鑑別，鑑別後資訊再以語音方式回報，最後由主要作戰中心修訂目標顯示，發布於海軍指管網路。

各偵巡艦對負責區域實施偵查，鑑別方式僅由當值值更官或瞭望兵以望遠鏡目視或以戰情資訊辨識、驗證。

肆、支援海軍偵巡任務因素

海軍觀通系統係由近、中、遠程雷達站所構成，能涵蓋大部分海峽海域，惟對於遠距離水面目標偵測，偵距常有不定誤差，部分雷達於特殊模式運作時，對海上目標會自動濾除，形成遠程海域目標偵搜力較感不足，如能於艦艇或外島地區配置無人飛行載具，實施定時、重點區域偵巡、監視與鑑別，可補此方面不足。船舶因航行速度較慢，國際上對海上航行船舶之管理，不如航空器之管理嚴謹且有其明確之法規，因此對台灣周遭海域航行通過之外來船舶，無法有效獲得情資與鑑別。各港口船舶交通管理系統（VTMS，Vessel Traffic Management System）尚未建立完成，進出港之船舶動態亦不易掌握，造成對海上目標識別困難之現況。而艦船上裝置之敵我識別儀僅能判明友艦及盟約國之軍艦，對大部分經過我國之公船、一般之商船、中共艦船均無法立即鑑別僅能列為不明目標，為解決此問題，海軍及海巡艦艇往往於偵巡時臨時受命，需高速前往執行目標辨證，如不明目標數量龐大，將增加執行任務的困難與危險。為解決此一問題，可參考美國海岸防衛隊（Coast Guard）部署鷹眼無人飛行載具，由於其具有垂直起降功能，可用於艦艇與陸地雙重部署，加強目標辨證能力及巡弋範圍，並可結合 C4ISR 系統執行監視和偵查〔註五〕。

海軍現設多處電偵站負責電子情報蒐集，惟因中共艦船厲行發射管制，其艦、岸通信亦逐漸採用衛星通訊，使通信及電子截收趨於困難，航行於台灣海峽之敵艦，若以漁船、貨輪或郵輪之航行模式偽裝，更增加辨識困難，如能部署微波或衛星通訊傳輸之 UAV，以高空、遠距離實施偵查或辨識，可大大增加辨識能力。反潛機大隊及海峽偵巡兵力，受限於留空時間及整體妥善之因素，無法構成綿密之巡邏網，且受防空預警通信鏈路限制，難以納入海域偵查體系內；如能部署獵人（Hunter）、掠奪者（Predator）等航程 200 哩、滯空時間 12-40 小時之 UAV，加強偵搜距離及偵巡時間，當可構成綿密之警戒網。

伍、應用 UAV 遂行情、監、偵之架構設計

探討未來利用 UAV 支援海軍執行偵巡任務，有關偵查後目標資訊運用，僅限於對目標是否須執行追蹤或監視等活動，對於確認為敵艦目標或可能採取之攻擊等行為，其均不在設定範圍。依所設定的作戰活動、作戰節點、系統節點、系統功能等定義，為所設定單位如主作戰艦作戰中心及雷達站；另部分可依未來需求規劃假設，如岸置 UAV 中隊等，實際單位名稱、編制、組織等，視未來海軍作需規劃制定。

架構場景包含遠端雷達偵測目標訊號，將雷情資料顯示於雷達站複示器上，雷達操作手依據經驗研判目標航跡，並將確認航跡顯示於海軍指管系統，作戰中心研析目標情資，判斷目標資訊，對無法判斷、接近我軍民設施、資產載台（含艦艇）或外離島等航行艦船，研析其航向及企圖，經比對航跡、動向、敵我識別碼等資訊，仍無法確認目標時，即擬定偵查計畫，並運用 UAV 執行目標偵查，UAV 將偵查目標之影像資料回傳至偵查單位，經偵查單位分析影像資料，處理後回傳至作戰中心鑑別，作戰中心依據回傳之影像資料，研判目標資訊，並將

確認之資訊回報各作戰中心參考運用。

陸、高階作戰概念假設

圖一顯示雷達站發現可疑目標，雷達站依據雷情資料，將待鑑別目標航跡資料傳送至海軍指管系統，待鑑別目標所屬區域之作戰中心依據目標資訊執行初步鑑別，如無法鑑別目標經判斷有必要鑑別目標，則擬定偵查計畫，並下達偵查命令，偵查任務依據計畫派遣艦載或岸基 UAV 執行目標鑑別，UAV 將鑑別影像回傳至艦艇或岸置 UAV 控制中心，艦艇或岸置 UAV 中心再將影像資料回傳至作戰中心，作戰中心鑑別目標影像資料，並將鑑別結果回報主要作戰中心，主要作戰中心將鑑別結果發布於海軍指管網路，並修訂顯示供各單位參考運用。圖中可清楚看出參與作戰任務的組織、完成任務所需設定的節點及其資訊傳遞的順序與方向。

柒、現行偵巡任務比較與分析

海軍執行目標辨證，原先由主要作戰中心(假設單位)或艦隊作戰中心(假設單位)下達偵查命令(見圖二)可增加國軍作戰中心與其他單位構連，如空軍、陸戰隊等，對偵巡艦艇下達目標偵查指令(見圖三)。偵巡艦接獲命令後，高速航行至目標附近實施目視鑑別，如偵巡任務由 UAV 協助偵查，偵巡程序(見圖四)。

UAV 執行偵巡程序雖較傳統偵巡艦複雜，然而利用 UAV 航速快、偵查距離遠及機動性高等特性，針對多目標、遠距離、視距外等特性，分析、鑑別效能與速率實較傳統辨證方式為佳。

為避免涉及機敏資料，本架構以海軍假設之指揮管制制度為探討，未來僅需修訂指管單位名稱與執行人員等架構，即可結合現況，完成架構修定。

捌、案例假設

本研究假設台灣海域需辨證之目標為 3 個(見圖五)，分別為 A 目標，在左營港方位 340 距離 90 浬以速率 20 節接近，B 目標在左營港方位 310 距離 80 浬以速率 25 節接近，C 目標在左營港方位 290 距離 90 浬以速率 30 節接近，偵巡艦(T)在方位 270 距離左營軍港 30 浬處，以海軍指管系統顯示描繪於艦隊運動圖紙(見圖六)。偵巡艦接獲上級命令，針對 3 個目標實施辨證，以每小時 30 浬最高速接近目標(假設速率)；為簡化分析，假設 3 個目標以定速朝向我左營軍港直線航行(如圖箭頭所示)，僅對各艦船相對運動、偵查等分析，對風速、海流等影響船艦運動因素以理想狀態表示(即忽略)。

玖、偵巡艦案例分析

依據海軍艦隊戰術運動教則—第一部附件〔註六〕，艦船戰術運動圖解分析，解算艦船目標航向、航速與最小接觸距離(CPA, The Closest Point of Approach)，偵巡艦(T)接獲命令以最近與可能對我威脅目標 C 為優先偵查對象，分析分為三個部分如下所示：

- (一)計算 C 目標最小接觸距離。
- (二)計算 B 目標最小接觸距離。
- (三)計算 A 目標最小接觸距離。

本分析以海軍現行艦隊運動圖形計算接觸距離（現行指管系統可自動計算），設定比例尺每格距離比 $D=1:10$ 浬，速度比 $S=1:10$ 節，以 C 艦做為參考點，設定 0800 偵巡艦接獲命令執行攔截 C 目標執行偵查任務，繪圖與計算 C、B、A 三目標後得圖七。

就上述偵查行程，分析如下：

(一)偵巡艦偵查時間將近 3 小時，且全程以最高速攔截或追越目標，以動力裝備考量，長期於高速航行，對於機械磨耗頗大，艦船耗油量更是經濟速的數倍，不符經濟成本。

(二)本分析僅設定偵巡艦直線攔截目標辨證，於高速航行期間，人員需隨時提高警覺，避免與其他艦船發生碰撞，對於執勤人員身心造成相當程度壓力。

(三)目前作戰艦艇因桅高與地球曲度問題，配置雷達裝備偵測距離約 50 浬，對於遠距離目標，仍需由雷達站或海軍指管系統引導，偵查距離有限。

(四)最後鑑別目標雖距離左營港 30 餘浬，如目標突然轉向或加速（設定航速 20 節），朝向我澎湖地區，偵巡艦鑑定為敵目標似乎已太遲，敵艦可能已對我外離島軍事設施或軍港發動攻擊。

(五)台灣海峽氣候多變化，春夏多濃霧，夏秋多颱風，加上冬季東北季風影響，海象常常不佳。天候、風向與潮流等因素為限制偵巡艦之運動頗大，實際偵巡難度非如本假設容易。

(六)偵查期間如遭遇敵艦，如不明目標 C 或 B 鑑別為敵艦，偵察任務勢必將轉換為監視或其他作戰狀態，其餘鑑別任務將終止或轉由其他單位執行，降低預警時間與增加鑑別負荷。

本分析僅考量單純艦隊運動（接近目標偵查），實際海軍偵搜任務較本假設複雜，執行難度、範圍、限制或變化更高，鑑別為敵艦後有關作為或可能發生之危險均未列入考量。

拾、無人飛行載具案例分析

偵查想定狀態如前（圖五、圖六），無人飛行載具假設為 Bell 公司生產具垂直起降功能的鷹眼（Eagle Eye），規格簡述如表二〔註七〕：

表二，設定鷹眼為偵巡 UAV 主要是考量其具有垂直起降功能，可於艦艇或陸地起降或回收，並可交互運用以傳輸偵查資料。

假設鷹眼 UAV 以 100 節（kts）飛行速度，酬載合成孔徑雷達（IR-SAR）〔註八〕執行偵巡或鑑別任務，0800 接獲命令從偵巡艦（T）起飛（爾後 UAV 以代號 T 表示），對 C 目標執行偵查、鑑別任務，繪圖執行步驟同前。解算目標航向、航速與最近點，UAV（T）接獲命令以最近與可能對我威脅目標 C 為優先偵查對象，分析分為三部分如下：

(一)計算 C 目標最小接觸距離。

(二)計算 B 目標最小接觸距離。

(三)計算 A 目標最小接觸距離。

本分析仍以海軍現行艦隊運動圖形計算接觸距離，設定比例尺每格距離比 $D=$

1:10 哩，速度比 $S=1:10\text{kts}$ （節），以 C 艦做為參考點，設定 0800 偵巡艦接獲命令執行攔截 C 目標執行偵查任務，繪圖與計算 C、B、A 三目標後得圖八。上述偵查分析如下：

(一) 案例假設 UAV 以 100 節（設計速率 200 節以上）實施偵查，並於 1 小時 5 分偵察完畢，相較於偵巡艦將近 3 小時，且全程以最高速攔截或追越目標，就時效與經濟而論，UAV 實較傳統偵查方式為優。

(二) UAV 執行偵查或目標鑑別，操作人員可為艦艇部分值更人員（以志願役幹部為優先考量），飛行航程可經由戰術運動圖先行解算及設定，飛機起、降雖需增加人員，但所需時間有限，較不需增加艦艇執勤額外負擔。

(三) 航程設定可由全球定位系統（GPS）及長程預警雷達，對目標位置設定、鑑別誤差僅數公尺，不易受地球曲度或艦船雷達搜索範圍限制，可有效鑑別遠距離目標，且由遠距離偵測、監視、傳輸即時目標影像，對目標鑑識率高，不需暴露我方艦艇位置，以避免遭受攻擊。

(四) 最近鑑識目標距離左營港 60 餘哩（見圖八），相較於偵巡艦之 20 餘哩（見如圖七），預警時間較長，增加反應時間。

(五) UAV 如能酬載全天候攝影之合成孔徑雷達（IR-SAR），由於該雷達成像原理是以雷達電磁波通過真實孔徑沿著飛行軌跡移動過一系列位置而形成的，雷達靠本身主動發射電磁波，因此不論白天黑夜，也不論有無陽光或雲霧，都可以對目標成像，且雷達波的波長比可見光和紅外線波長長，所以可以穿透雲霧，對目標區進行全天候和全時偵察，效率比可見光照像偵察衛星提高一倍。而機載 SAR 之分辨率目前已達 1 平方公尺，未來更可達 0.3 平方公尺，對於台灣海峽多變化之氣候，實為偵巡、鑑別之利器。

(六) UAV 飛行不受潮流影響，高空飛行不易受惡劣海象干擾，惟艦載 UAV 於惡劣天候無法起降，但仍可由岸基發射 UAV，執行高空偵查，偵測方式靈活。

(七) 偵查期間如遭敵艦擊落，不會造成人員傷亡，偵察任務可立即轉換為其他作戰狀態，其餘鑑別任務可轉由其他單位或 UAV 執行，降低人員傷亡。

綜觀上述分析，使用傳統偵巡艦、反潛機（以 S-70C 為例）與 UAV 執行目標鑑別與偵查任務，就任務執行效率、方式與限制而論，以無人飛行載具為優（見表三），而反潛機實際僅運用於反潛，本表僅提供對照用途。

拾壹、建置 UAV 之組織調整

國軍在面對「精兵政策」及「精實案」等建軍要求下，增設單位或組織實為不易，然而利用現有資源與單位，建置區域性 UAV 偵測組織，實為可行之方案。為建置 UAV 偵巡架構組織，建議修增之海軍 UAV 單位（見圖九），其岸基 UAV 中隊設置於淡水、花蓮（現已移編）、左營，蓋考量 UAV 起、降所需場地、操作人員、UAV 維修等因素，海軍反潛指揮部所屬單位，已具有良好之直升機飛行控制、維修、保養等能量，增設 UAV 對單位衝擊較小；另視需求可於澎湖建立岸基 UAV 中隊，以馬公指揮部所屬廠庫為後勤補給、維修之支援單位。建置之岸基 UAV 中隊，仍可依目前單位編制，僅需購置 UAV 軟硬體裝置及維修裝備、人員訓練等，不需增

加過多人員。

艦艇 UAV 編制，由艦艇直升機起降（S-70C、500MD）編制人員執行，UAV 以配置於具直升機起降場地之一級艦為主，控制中心內管制人員亦以艦艇志願役軍士官為主，不需增加編制。

建置完成之 UAV 組織，依 UAV 載台及裝備配置，以鷹眼 UAV 為例，增強偵巡距離 100 海浬以上，增加鑑別目標可達數批，加強之預警時間更可達數小時，實為我海軍偵巡、鑑別與監控之倍增利器，將可彌補監偵單位偵測能量之不足。

拾貳、結語

利用指管程序與案例分析比較，計算艦艇與 UAV 對目標偵查之限制，分析目前以人工、艦船執行偵查方式與未來建置自動、高速之 UAV 鑑別方式之優缺點，並藉由分析建構之組織，比較目前偵巡方式，發現以 UAV 執行海軍情、監、偵任務，不需大幅修訂現有組織、架構及單位，以低廉的建置、維修成本與少數人力，獲得倍數的偵察距離及預警時間，將有助於我台澎防衛作戰先期作戰之有利機勢。藉由海軍指管系統掌握台灣海域水面目標及提供之情資顯示，可掌握敵艦兵力、位置、組成與動態，並可藉系統資料庫提供作戰海域特性、天候、水文狀況、敵我艦艇等資訊，作為狀況判斷與決策建議，以達成控制我所有海域之目的。

註釋：

註一：陳永全，「無人飛行載具之發展與運用」，空軍學術月刊，第 582 期，2005 年，頁 86-92。

註二：何小林，「無人飛行載具-主宰海上戰場的利器」，海軍學術月刊，第 34 卷，第 10 期，2000 年，頁 18-26。

註三：<http://www.mnd.gov.tw/modnews/ref/main.aspx?PublicID=1>

註四：胡堯儲，「無人飛行載具發展(UAV)及陸軍可能應用之研討」，陸軍月刊，第 41 卷，第 476 期，2005 年，頁 67-76。

註五：<http://www.globalsecurity.org/intell/systems/eagle-eye.htm>

註六：海軍總司令部，海軍艦隊戰術運動教則-第一部附件，台灣台北，2002 年，頁 1-7-2-5。

註七：<http://www.fas.org/irp/program/collect/eagle-eye.htm>

註八：

[http://www.ll.mit.edu/HPEC/agendas/proc04/powerpoints/Posters/Poster%20A/pearce_poster.ppt#279,2,Target Applications](http://www.ll.mit.edu/HPEC/agendas/proc04/powerpoints/Posters/Poster%20A/pearce_poster.ppt#279,2,Target%20Applications)。