



FOCUS

專題報導

● 作者/John A. Tirpak

● 譯者/洪琬婷

● 審者/丁勇仁

B-52新動力換裝發動機

New Power for the B-52: A New Engine is the Centerpiece of a Package of Upgrades that Will Keep the B-52 Relevant into the 2050s

取材/2022年4月美國空軍月刊(*Air Force Magazine*, April/2022)

美空軍40年前即開始討論汰換B-52轟炸機上之八具發動機，該計畫終於在2021年付諸執行，若發展順利，換裝完畢之新型B-52轟炸機將於五年內服役，並在後續的20至30年繼續肩負作戰重任。



B-52 新動力換裝發動機

2022年1月紅旗(Red Flag)空戰演習期間，美空軍官兵在內華達州奈里斯空軍基地(Nellis Air Force Base)保養一具B-52H型轟炸機的TF33型發動機，此發動機已服役逾一甲子的時間。新式發動機在此轟炸機隊退役之前將不必再整新。(Source: USAF/Michael Richmond)

美空軍最初考量更換其B-52型轟炸機的八具發動機，再到實際開始執行時已逾40年之久。性能提升最重點工作即為發動機更換，將可維繫綽號「同溫層堡壘」的轟炸機隊20至30年戰力不墜。

2021年秋季時，B-52型轟炸機之商用發動機

更換計畫(Commercial Engine Replacement Program, CERP)合約生效，進度快速推展。兩具新式F130發動機已完成建造，倘若研發測評與預期進度相符，第一架完成換裝的B-52型轟炸機將大約於五年後具備作戰能力。

美空軍轟炸機隊專案主任紐柏利(John P.



Newberry)准將表示：「此性能提升計畫將會於2030年代……展現B-52型機隊戰力；計畫中包括新式發動機、雷達、先進超高頻通信衛星(Advanced Extremely High Frequency, 美太空軍裝備)、特低頻(Very Low Frequency)通信結構改良、資料

鏈更新、密鑰改良，以及其他細項等。」

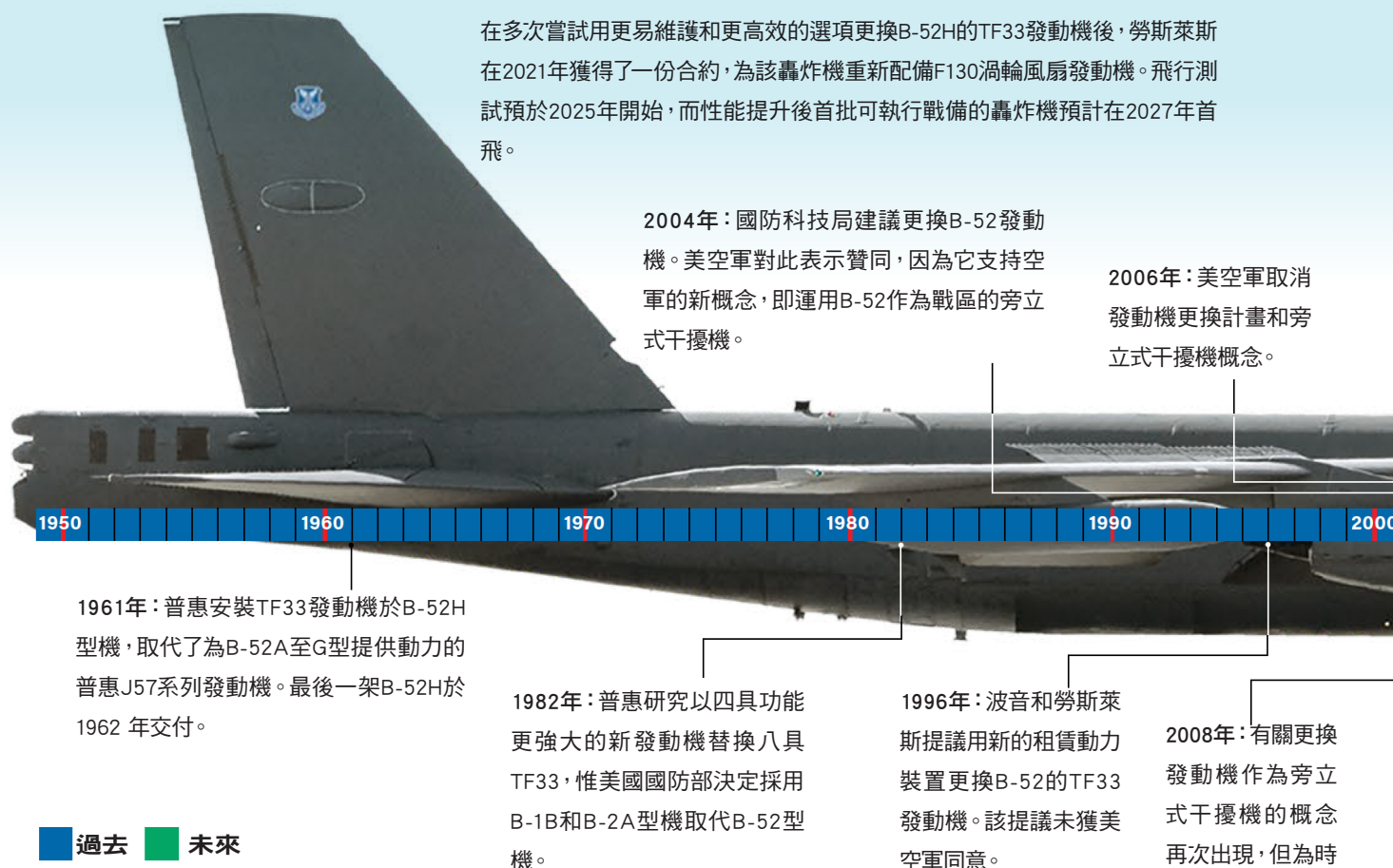
同時，B-52型轟炸機隊將成為美空軍第一批掛載AGM-183型「空射快速反應武器」(Air-Launched Rapid Response Weapon, ARRW)極音速飛彈的機隊；也將擔任唯一掛載AGM-

181型「長程遠攻武器」(Long-Range Standoff, LRSO)核子飛彈的轟炸機隊角色。

F130發動機是勞斯萊斯公司(Rolls-Royce, 以下簡稱勞斯萊斯)BR725商用發動機的軍用版本，美空軍也使用BR725商用發動機所驅動的C-37型行政

B-52機隊發動機更換沿革

在多次嘗試用更易維護和更高效的選項更換B-52H的TF33發動機後，勞斯萊斯在2021年獲得了一份合約，為該轟炸機重新配備F130渦輪風扇發動機。飛行測試預於2025年開始，而性能提升後首批可執行戰備的轟炸機預計在2027年首飛。



(Sources: Air Force Magazine; U.S. Air Force Life Cycle Management Center; Congressional Research Service; Boeing; Rolls-Royce North America; Dash Parham and Mike Tsukamoto/staff; USAF)

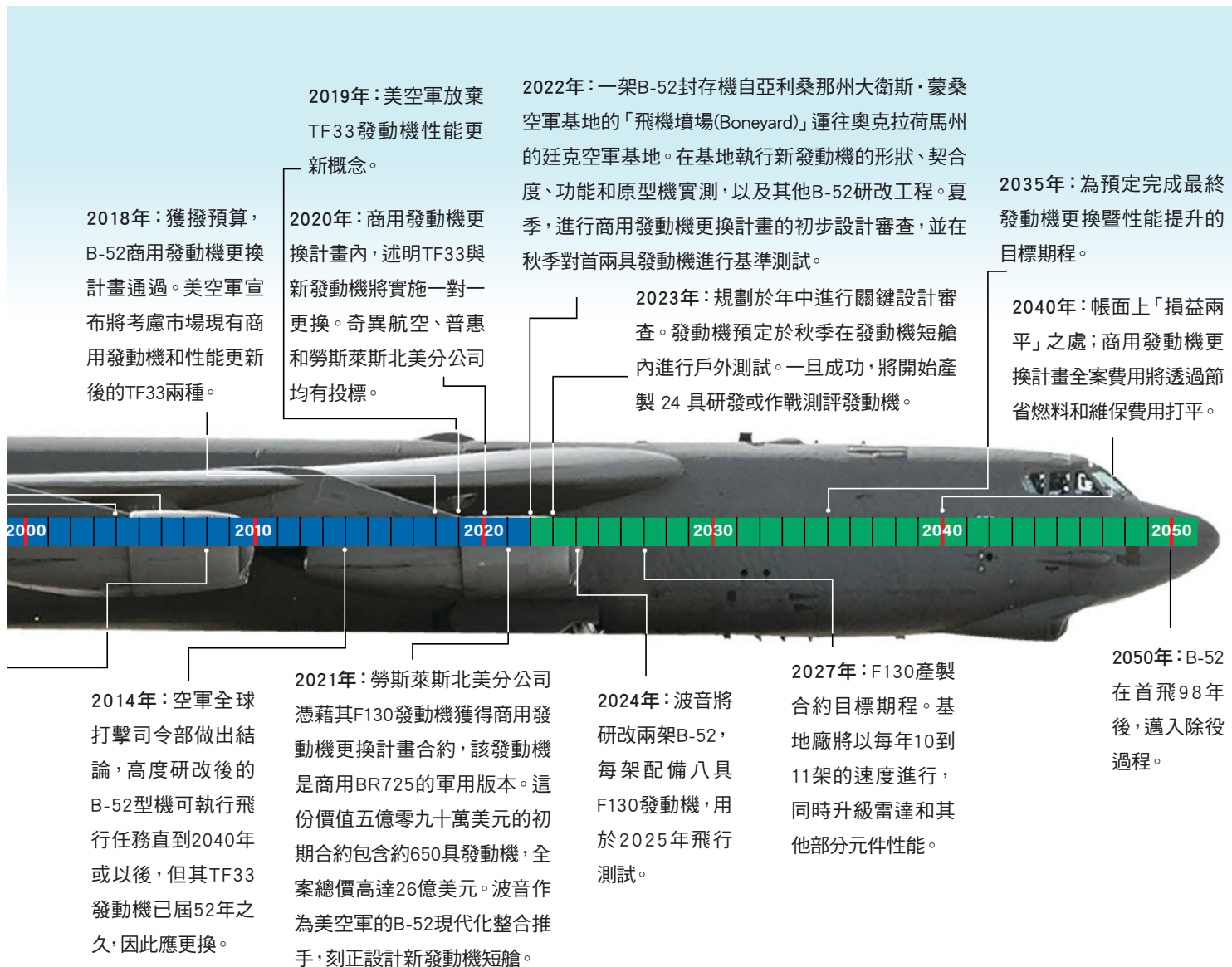
專機與配備戰場機載通訊節點 (Battlefield Airborne Communications Node, BACN) 的 E-11 型空中節點機。2021 年 9 月，勞斯萊斯與奇異航空 (GE Aviation) 以及普惠 (Pratt & Whitney) 公司在競逐三年後終於勝出，獲得五億零九千萬美元的初期合

約，研發並測評 B-52 型機上的 F130 發動機。一旦完成目標，勞斯萊斯將提供約 650 具 F130 發動機供空軍 76 架 B-52 型機運用，以更換原普惠公司產製的 TF33 發動機。全案合約估計價值為 26 億美元。

勞斯萊斯會將其產製之發動

機直接提供給美空軍；而產製 B-52 型機的波音公司 (Boeing，以下簡稱波音) 會將發動機整合至轟炸機上，確保發動機與機上現有與新安裝之裝備得以相容。各項裝備與所有性能提升項目將於進廠時同時安裝。

2022 年 1 月，波音自亞利桑





那州大衛斯·蒙桑空軍基地(Davis-Monthan AFB)之「飛機墳場」(Boneyard)將一架已除役封存的B-52型機運至奧克拉荷馬州美空軍廷克基地後勤中心(Air Logistics Center)，為新式發動機安裝系統測試新建一座專用棚廠，以手動設定方式測試，並驗證各廠商性能提升項目新建數位軟體執行狀況。

波音戰鬥機資深經理詹妮弗·黃(Jennifer Wong)表示，奧克拉荷馬州美空軍廷克基地後勤中心的「高棚(High-Bay)」是「一座特別為空軍轟炸機專案所建造的棚廠。目的在於放置等比例的原型機模型，以執行工程研改項目」。

詹妮弗·黃說明，「工程研改項目包括形狀、契合度、功能(Form, Fit, Function, 3F)測試，以及讓從未接觸過轟炸機的工程師在實體大小原型機模型內作業，以累積實際經驗。」

她補充說明：「在原型機模型內作業將具有高度價值。」

詹妮弗·黃認為，這原型機模型可降低工程研改相關風險，「以解決商用發動機更換計畫裡液壓零附件的部分問題。」

F130發動機預期將較原TF33發動機增加約三成的燃油效率，並且大幅降低維保時數，同時解決TF33發動機消失性商源供應鏈問題。在2050年轟炸機除役的前十年左右，估計透過燃油效率所節省下來的燃料費就會超過性能提升所需費用。

發動機性能提升將不會影響轟炸機的推力或飛行速度。

勞斯萊斯B-52型機計畫主任艾姆斯(Scott Ames)表示，「在商用發動機更換計畫中，重點之一是維持計畫進度期程。第一個里程碑是2022年夏季的初步設計審查，接續至年底則實施地面測試。」

波音將展示其零附件供應商與初步設計之「整合虛擬系統原型……提供工程師可作業的數位環境，確保他們得以選擇最佳的設計方案」。

艾姆斯說，波音正在設計一款新發動機短艙，以結合F130發動機，並將於接下來兩年實施測評，例如確保發動機性能提升不會對B-52型機在側風狀態下造成不必要的影響。

目前進度為八具發動機可安裝於四座發動機短艙之內。美

空軍先前曾考慮使用四具大型風扇之商用發動機，隨後仍維持原八具之決定，以避免因重新設計機翼、座艙，以及其他部件而造成計畫風險升高與進度落後情況。

勞斯萊斯正在印第安納波利斯基地廠建造一座造價六億美元，且專為B-52計畫建造的新式棚廠，並已開始聘請員工。

艾姆斯表示，「這是最先進的現代化專案，給了勞斯萊斯最具競爭力的機會來進行B-52計畫。我們已開始購置相關機具和生產設備，以打造此型機專用的生產線。」

艾姆斯說，這座新棚廠受益於「生產BR系列商用發動機相關經驗。棚廠有專設的測試區……在提案階段時曾經用來展示F130發動機，測試過程非常順利。現在，我們要繼續強化這一區使其成為生產線的一部分，同時生產線作業也已開始進行。」

他表示，兩具發動機將在位於密西西比州的美國國家航空暨太空總署史丹尼斯太空中心(John C. Stennis Space Center, NASA)進行測試；勞斯萊斯在

該中心擁有一座室外噴射發動機測試場。「我們會將發動機配置在原型發動機短艙，來測試一般與側風狀態下的運作情形。」

艾姆斯認為，2023年的關鍵設計審查會是下一階段里程碑。在此之前，會實測F130發動機配置在發動機短艙與否的運作表現，以更新軟體內的預測數值。這些數值將回饋至勞斯萊斯與波音共同協作的控制系

統裡。

他表示，發動機短艙是關鍵組成之一；此雙英式(Twin-Pod)配置十分特殊。波音與勞斯萊斯共用同一套B-52機翼電子模塊，俾利從共同基線標準上作業。

艾姆斯說，數位設計和「定期整合會議」確保各部分元件不會互相干擾運作，以及讓最終構型得以運行順暢。「在史丹尼斯太空中心裡，這雙英式配置

發動機與發動機短艙會安裝在施測平臺上，按照不同電源輸出模式測試，以獲取發動機運作數據，同時提供回饋數據給控制系統」。

波音負責座艙與發動機的接線與液壓研改作業。

2024年，波音將在其聖安東尼奧(San Antonio)廠完成首兩架B-52H型機與新式發動機研改作業。首批八架轟炸機將參與加州愛德華空軍基地(Ed-



一架B-52封存機自「飛機墳場」抵達奧克拉荷馬州廷克空軍基地。波音工程師將在此地為B-52機隊測評新發動機、雷達，以及其他裝備。(Source: USAF/April McDonald)



wards Air Force Base) B-52機隊測評。

詹妮弗·黃說，除了控制系統之外，更換新發動機作業還包括「實體接線、液壓研改、電源以及冷卻部分元件更換。」

控制系統將會是一套「混合機械與電子節流閥系統……當你在座艙裡將可同時操控有線與電子混合系統」。

首批當中的兩架轟炸機會用來測試發動機、另兩架測試新雷達、再兩架測試空射快速反應武器，餘兩架測試長程遠攻

武器。

紐柏利表示，2025至2026年預定會執行飛試，在「安全飛行測試後，一架整合新雷達的轟炸機將會緊鑼密鼓地用來蒐集運作資料，以瞭解機上平臺與新雷達的整合程度高低。」

他說，其他性能提升項目會一項一項分別接續進行，因每項系統「均相互關聯。」

紐柏利說，轟炸機計畫專案辦公室將與美空軍後勤維持中心緊密合作，以提高廷克空軍基地的安裝作業能量。「我們

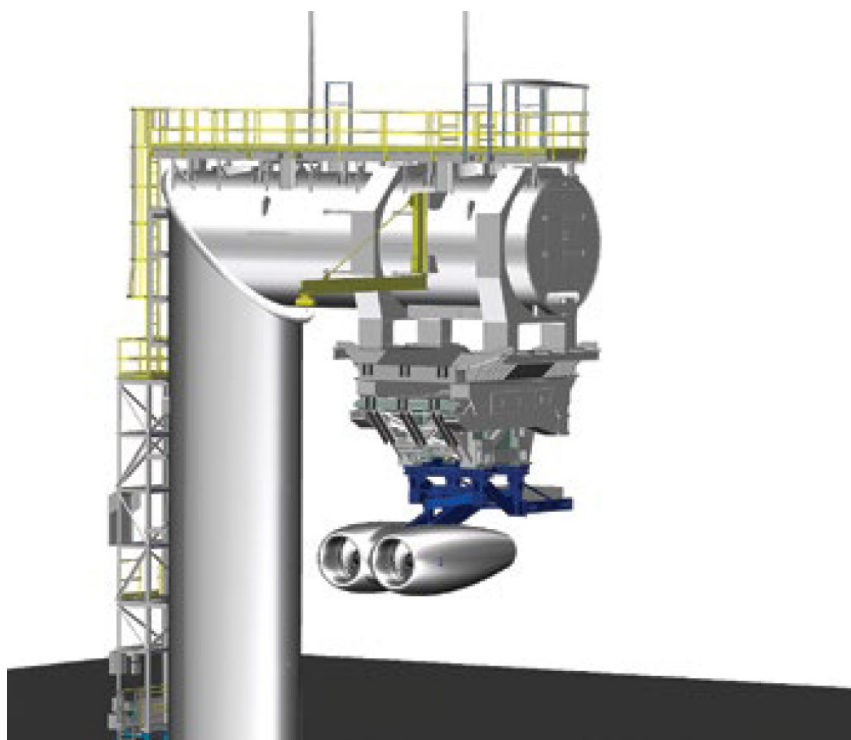
需要注意戰備率，維持一定的轟炸機數執行現行機隊任務，所以每一項安裝作業都必須迅速執行。」

紐柏利認為在現階段，做出何時可進行初始小批量生產與第三項里程碑的全量生產的預判，尚言之過早。這些決策將會影響全案執行速度。但依照目前進度，每年將可完成10至11架性能提升，因此全案可預期在2035年時完成全機隊76架轟炸機的性能提升。

紐柏利表示，「我們與全球打擊司令部(Global Strike Command)相互合作，在全案各節點發展多項機隊能力。全案自現在起開始進入B-52機隊2035至2040年長期計畫與整備階段。」

他說，B-52機隊在機身結構方面仍然完善。儘管轟炸機已屆齡一甲子，「我們有一套優質基地廠流程，而且在金屬承受度方面仍有不少餘裕。」雖然機隊長年在跑道戰備待命，但機身結構沒有金屬疲勞情形。

詹妮弗·黃說，「波音對機身結構信心十足，B-52計畫結構設計方面仍有裕度。」



電腦繪圖展示F130發動機在發動機短艙測臺之測試情形。

(Source: Rolls-Royce North America)

紐柏利表示，B-52商用發動機更換計畫是未來採購全電子版本的前導試驗計畫，而該計畫將於年底前進入工程研改與產製開發階段。在全案裡，美空軍因使用「其他交易授權」(Other Transactional Authorities)方式，避免了許多執行窒礙，最終選擇出「標準最佳方案」，縮短全案採購時程，把節省下來的時間用在與合約廠商協作；空軍未採行聯合戰力整合與發展系統(Joint Capabilities Integration and Development System, JCIDS)之軍購流程，因此縮短了作需核准期程，相較於「傳統……軍購方式，全案節省下約三年的作業期程」。

現今，商用發動機更換計畫已成為美空軍的「旗艦計畫」，以數位原型機模型方式，採購市場現有產品。其他空軍專案計畫，例如陸基戰略嚇阻(Ground-Based Strategic Deterrent)飛彈案和下一代制空(Next Generation Air Dominance)戰機案也使用數位原型機模型，其中也重新研發了B-52的電子復刻版，紐柏利認為是多此一舉。這些電子復刻版「包括推進系統……機翼……和電子模組」，而不是全機原型機模型，因為這些專案的系統不會影響到機身結構。

艾姆斯表示，本計畫初期合約包括研發與產製24具發動機；其中四具作為地面測試用，其餘20具作為全機整合測試與備用件來運用。這些測試用發動機最終是否會納入B-52機隊所用，尚屬未知。頭幾具發動機將配備大量測試系統，因此拆除相關系統納入機隊所用不符合成本效益。

他說，工程研改與產製開發階段結束後，緊接著會是合約生產階段。在轉換階段之前，仍有

「產製率達標」這項里程碑存在，是影響期程的重點之一，此里程碑代表所有供應商與料件已備便，可支持生產流程；而大部分料件為美政府供應之裝備(Government-Furnished Equipment)，這部分屬於勞斯萊斯專案期程管制範圍的不定數。

艾姆斯提及，目前模擬器和維保訓練器方面，仍屬前期發展階段。

他說，「我們展示了部分擴增和虛擬實境科技，可為美空軍設計數項訓練課程。」

艾姆斯補充說明，「勞斯萊斯可運用在其他專案累積的經驗，為美空軍提供絕佳的維保、支持及訓練改善方案。預計在2026年時，對於各項裝備產製與部署期程，我們會有更明確的展望。」

他認為，有關B-52H型機性能提升後重新命名一事，目前仍在「先期討論」階段。命名為B-52J也是選項之一，這會是未來討論的方向。

艾姆斯說明，武器裝備重新命名和新裝備之操作與訓練同等重要。如果轟炸機的飛行和運用方式有重大改變，機組人員皆需要注意到這些改變；而重新命名武器裝備可達成這個目的。

紐柏利表示，「商用發動機更換計畫是B-52歷史上最重大的性能提升計畫。2022年4月也適逢B-52原型機處女航的70週年，我們預計維持……B-52機隊戰力至2050年。此型轟炸機全壽期很長，證明了此型轟炸機之設計與價值所在。」

版權聲明

Reprinted by permission from *Air Force Magazine*, published by the Air Force Association.