

壹、出國目的及緣由

一、緣起(派遣事由)：

第一研究所為執行軍民通用經濟部九十一年度「商務飛機關鍵技術與系統開發三年計畫」科技專案研究計劃，依據本所與加拿大 Messier-Dowty 公司於 90.11.05 簽署之技術合作協議書內容，Messier-Dowty 公司提供技術引進訓練及研討。原廠來函通知 91.01.07 91.01.11 於新加坡完成起落架液壓致動器（一）六型致動器細部零件藍圖審查（二）零件製造流程安排及 NC 製程控制軟體操作（三）致動器測試裝備系統整合及控制程式操作（四）航太零組件測試程序及供應商之品保制度解說，故擬派中校技士劉全輝、中校技正王宇理、中校技士蔡耀智及上尉技佐蔡承宏等四員於 91.01.06 91.01.12 共赴新加坡 Messier-Dowty 公司致動器專業製造廠，執行上述起落架液壓致動器第二階段設計、製造、組裝、測試、訓練及技術研討之工廠實作等工作項目。

二、任務內容說明：

本案由第一研究所中校技士劉全輝、中校技正王宇理、中校技士蔡耀智及上尉技佐蔡承宏等四員赴新加坡 Messier-Dowty 公司致動器專業製造廠執行起落架液壓致動器技術合作協議書之起落架液壓致動器第二階段設計、製造、組裝、測試技術資料等技術套件內容解說及工廠實作等工作。等三員工作分配如下：

- (一)中校技士劉全輝赴新加坡執行起落架液壓致動器計畫管制、計畫查核、起落架系統轉向致動器等六型致動器零件藍圖第二階段審查、零件規範審核及全案計畫時程研討與安排等項目。
- (二)中校技正王宇理赴新加坡執行起落架液壓致動器之品質管制流程、品質管制制度、NDT 非破壞性檢驗（螢檢、磁檢）ISO 文件審查及航太零組件認證程序等項目。
- (三)中校技士蔡耀智赴新加坡執行起落架液壓致動器收放致動器、阻力支撐致動器、轉向致動器之製造、組裝，航太另件製造程序（含特殊製程：珠擊、鍍硬鉻、鍍鎳）等工廠實作。
- (四)上尉技佐蔡承宏赴新加坡執行起落架液壓致動器之電氣控制技術需求設計、分析研討（含電子電路及自動控制程序）NC 製程控制程式操作、起落架測試系統控制技術及測試儀器操作與性能標準審查等項目。中山科學研究院出國人員任務分配表如下：

中山科學研究院出國人員任務分配表				
單位	級職	姓名	任務分配	備考
第一研究所次系統組	中校技士	劉全輝	赴新加坡 Messier-Dowty致動器製造專業廠執行起落架液壓致動器第二階段技術移轉之(一)起落架液壓致動器計畫管制 計畫查核(二)起落架系統轉向致動器等六型致動器零件藍圖第二階段審查(三)零件規範審核及全案計畫時程研討與安排等工作。	領隊
第一研究所次系統組	中校技正	王宇理	(一)起落架液壓致動器之品質管制流程、品質管制制度(二)NDT 非破壞性檢驗(螢檢、磁檢) ISO 文件審查(三)航太零組件認證程序等工作。	
第一研究所次系統組	中校技士	蔡耀智	(一)起落架液壓致動器收放致動器、阻力支撐致動器、轉向致動器之製造、組裝(二)航太另件製造程序(含特殊製程:珠擊、鍍硬鉻、鍍鎳)等工廠實作。	
第一研究所次系統組	上尉技佐	蔡承宏	(一)起落架液壓致動器之電氣控制技術需求設計、分析研討(含電子電路及自動控制程序)(二)NC 製程控制程式操作(三)起落架測試系統控制技術及測試儀器操作與性能標準審查等工作。	

主要任務項目有：

- 1.第二階段技術套件內容解說任務規定：依據技術合作協議書應提供買方於合約規定之技術授權原廠舉行 24 小時之起落架液壓致動器技術套件內容解說，其內容應包含起落架液壓致動器(A)設計藍圖重點內容解說(B)製造程序重點內容解說(C)組裝程序重點內容解說(D)檢驗及測試程序文件重點內容解說(E)前述相關工作規範及標準重點內容解說之審查。
- 2.第二階段工廠實作規定：依據雙方技術合作協議書應提供買方於合約標的技術授權原廠舉行 24 小時之起落架液壓致動器技術引進工作實習，其內容應包含起落架液壓致動器之(A)設計工作實習(B)製造工作實習(C)組裝工作實習(D)測試工作實習等工作。

三、工作目標陳述：

(一)完成 Messier-Dowty 公司之起落架致動器有關雙方技術協議書內容之技術引進暨技術研討。

(二)完成技術套件內容解說內容包含：

- 1.六型液壓致動器零件藍圖、規範。
- 2.機械分析。
- 3.組套件選擇。
- 4.規範與標準之一致性。

(三)完成工廠實作內容包含：

- 1.機械加工流程（鍛胚、內外徑研磨、工模刀夾製具）。
- 2.特殊製程（珠擊、鍍硬鉻、鍍鎳）。
- 3.NDT 非破壞性檢驗。
- 4.NC 製程控制程式。

(四)完成測試工廠實作內容包含：

- 1.行程測試。
- 2.試轉測試。
- 3.低壓洩漏測試。
- 4.保證壓力及測漏測試。
- 5.目視檢驗標準。

四、此任務擬蒐集之資料：

- (一)起落架致動器相關 Messier-Dowty 之標準作業程序、NC 控制程式。
- (二)起落架致動器裝備清單及設計、製造、組裝、測試技術資料。
- (三)起落架致動器品質系統技術資料。

貳、公差心得

一、技術交流項目

(一)起落架致動器細部零件藍圖審查

起落架致動器技術引進科專計畫，計引進收放致動器（二型）、阻力支撐致動器、轉向致動器、輔助致動器、穩定致動器等六型起落架液壓致動器，相關零組件藍圖合計二百零二張。因 Messier-Dowty 公司提供之部分藍圖外型、尺寸及製程說明等印刷模糊不清，對於未來硬品產製及是否能順利取得航太認證關係密切，所以將相關起落架液壓致動器之零件藍圖審查列為主要工作項目之一，藉由與加拿大 Messier-Dowty 公司設計工程師及新加坡 Messier-Dowty 致動器專業製造廠製造工程師的共同研討，將疑慮部分釐清，而現場無法獲得答覆之處由 Messier-Dowty 公司之設計工程師帶回原廠尋求解答，並於第三階段技術轉移時（在台灣舉行）回覆我方。



藍圖審查及討論情形（一）



藍圖審查及討論情形（二）



藍圖審查及討論情形（三）

(二)起落架致動器製程分析

起落架致動器之關鍵製造技術為技術引進重點，此次赴

Messier-Dowty 新加坡致動器專業製造廠之主要目的即是針對特殊製程技術部分解說及進行組裝訓練。

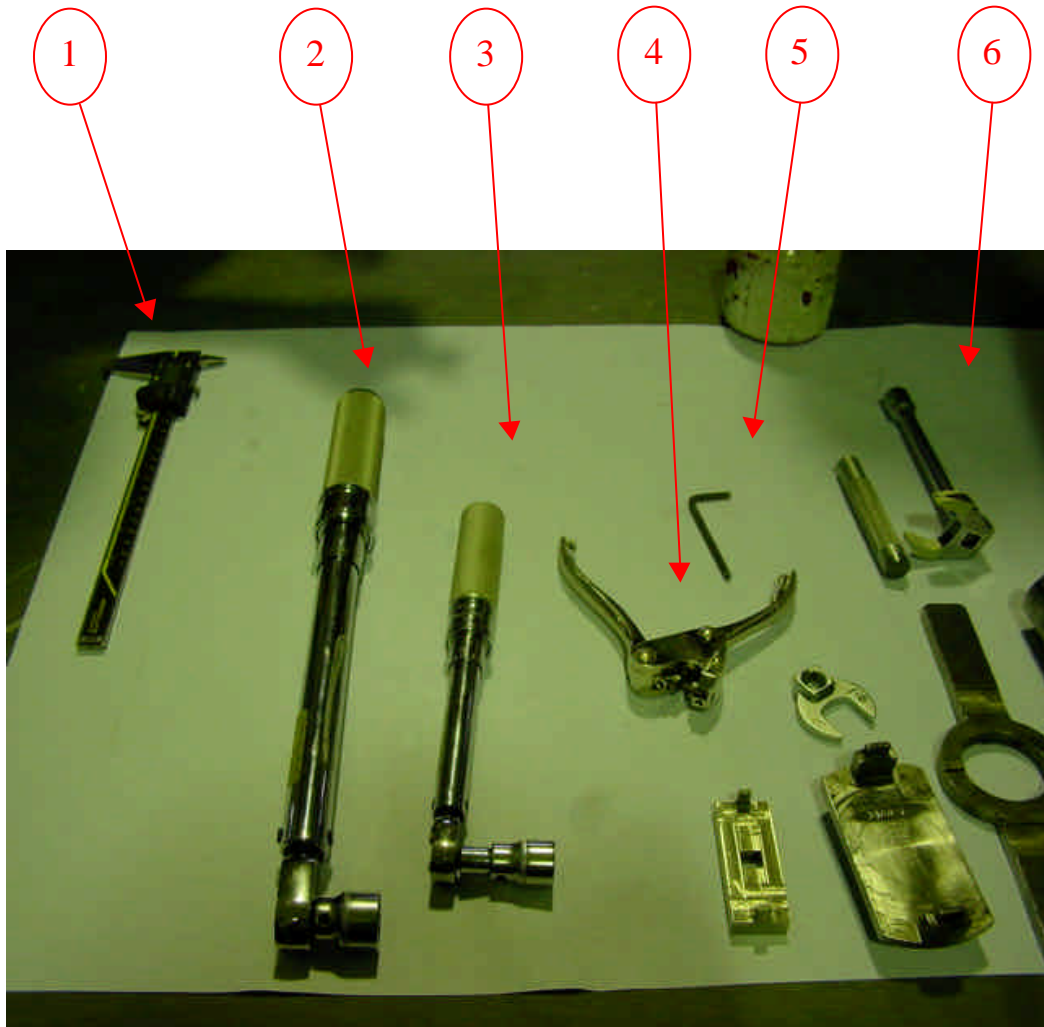
起落架致動器之系統件相關特殊製程(真空熱處理、表面處理、珠擊)，需合乎航空規範，茲將常用特殊製程作說明。珠擊加工之目的為增加材料抗疲勞及抗應力腐蝕特性，起落架在主要之受力零件，必須於執行表面化學處理前，施以加工。而進行珠擊加工前，必須置放試片，且對於擊珠之材料(鋼珠、鋼線、玻璃、陶瓷等)、尺寸大小，及施工後外形變化之數量比例、檢驗標準，均有明確之規範。而起落架零件表面化學處理加工有鍍硬鉻、陽極化、鍍鎳、無電鍍鎳等。鍍硬鉻是一種功能性電鍍，主要目的是利用鉻的特性，以提高零件的硬度、耐磨、耐溫、耐蝕的特性。適用的零件如活塞桿、機械模具、工具、切削刀具，這些產品處理後可以延長壽命。鍍鎳：鎳是柔軟帶銀白色有可塑性的金屬，易於展壓。鎳在化合物中以二價金屬存在，硬度 = HV200，在潮濕的空氣中表面能形成一層氧化膜，保護金屬不受腐蝕，而在乾燥的空氣中不發生變化。陽極化：金屬材料在腐蝕環境中，具有活性-鈍化轉變的特性，利用電化學原理，使金屬表面產生保護性鈍化膜，降低腐蝕效率。

本次技術引進之六型起落架致動器中，以編號 8900-121 之轉向致動器構造最為複雜，新加坡方面特地安排一位經驗豐富人員，為我們示範組裝所需之工具（含特製件與一般市購品）及正確組裝程序。以下為 8900-121 轉向致動器組裝流程：

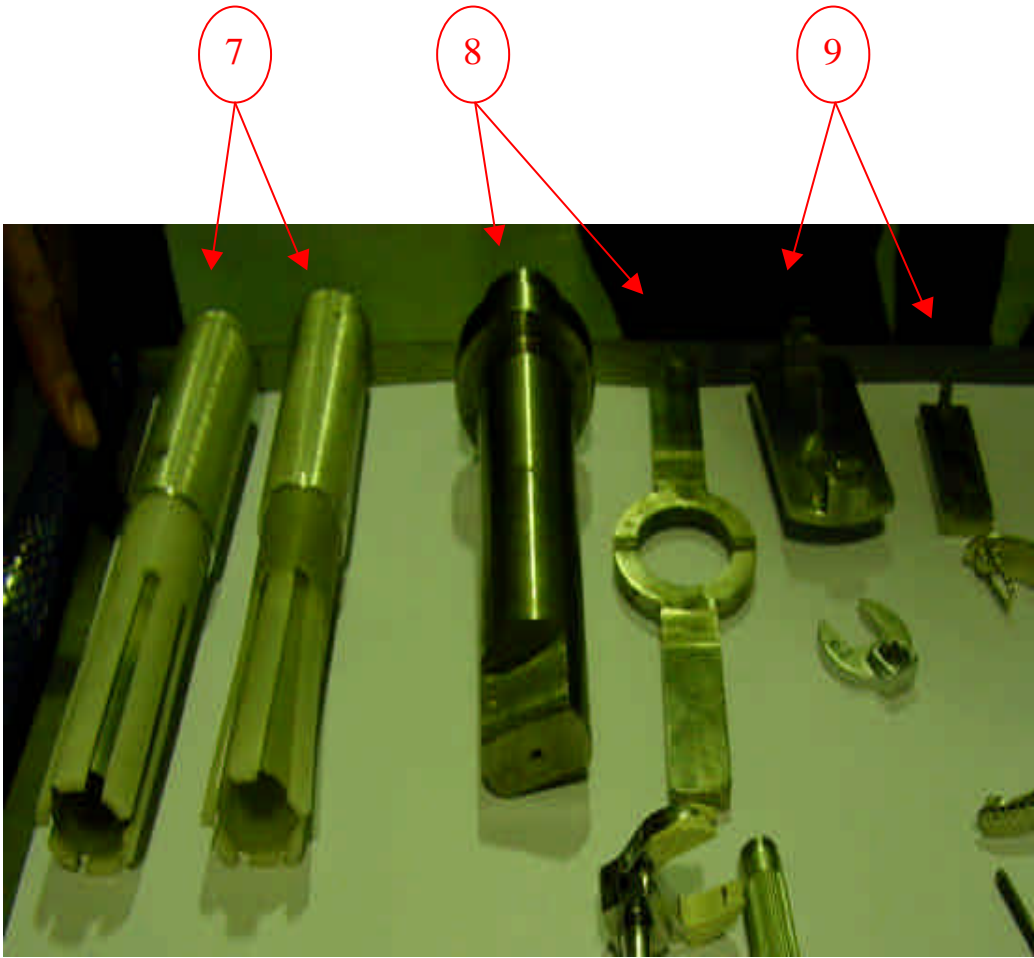
1.組裝之輔助工具

- (1) 數位游標尺。
- (2) 扭力扳手(1000 IN-LB)。

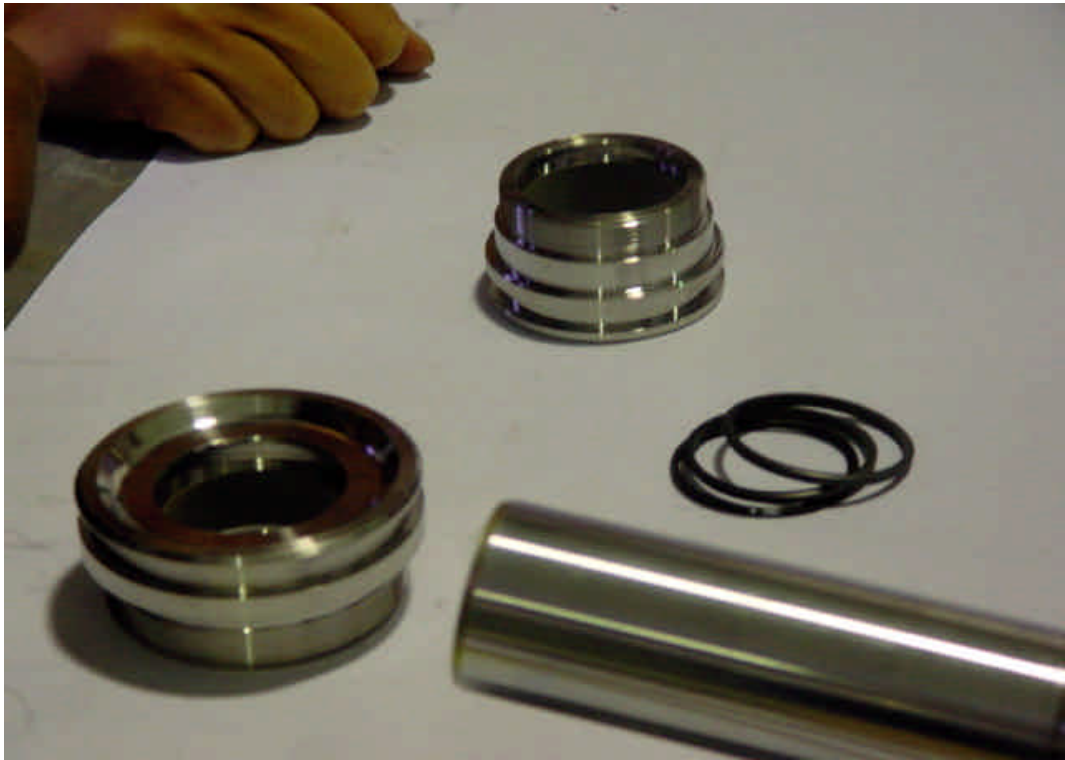
- (3) 扭力扳手(200 IN-LB)。
- (4) 保險片壓鉗。
- (5) 六角板手。
- (6) 開口板手。



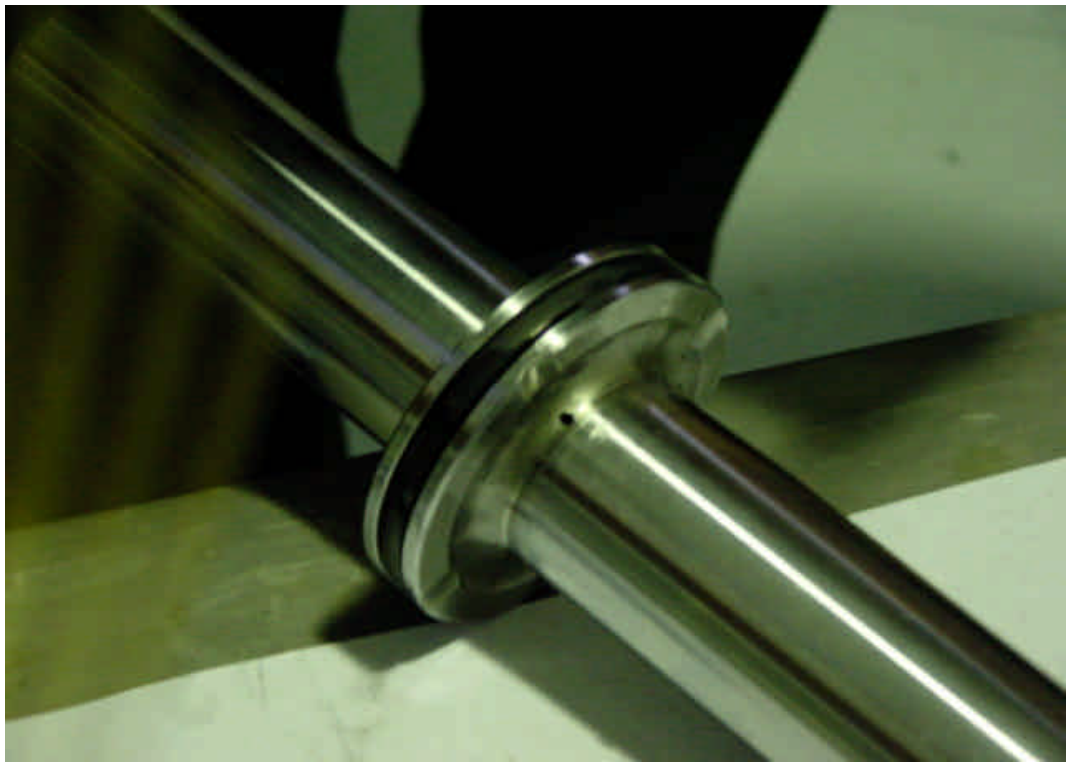
- (7) 特殊工具-2(組合 TRANSFER TUBE 使用)。
- (8) 特殊工具-1(組合 GLAND 使用)。
- (9) 輔助板手(編號 CAT-5103-2B、編號 CAT-5103-3B)。



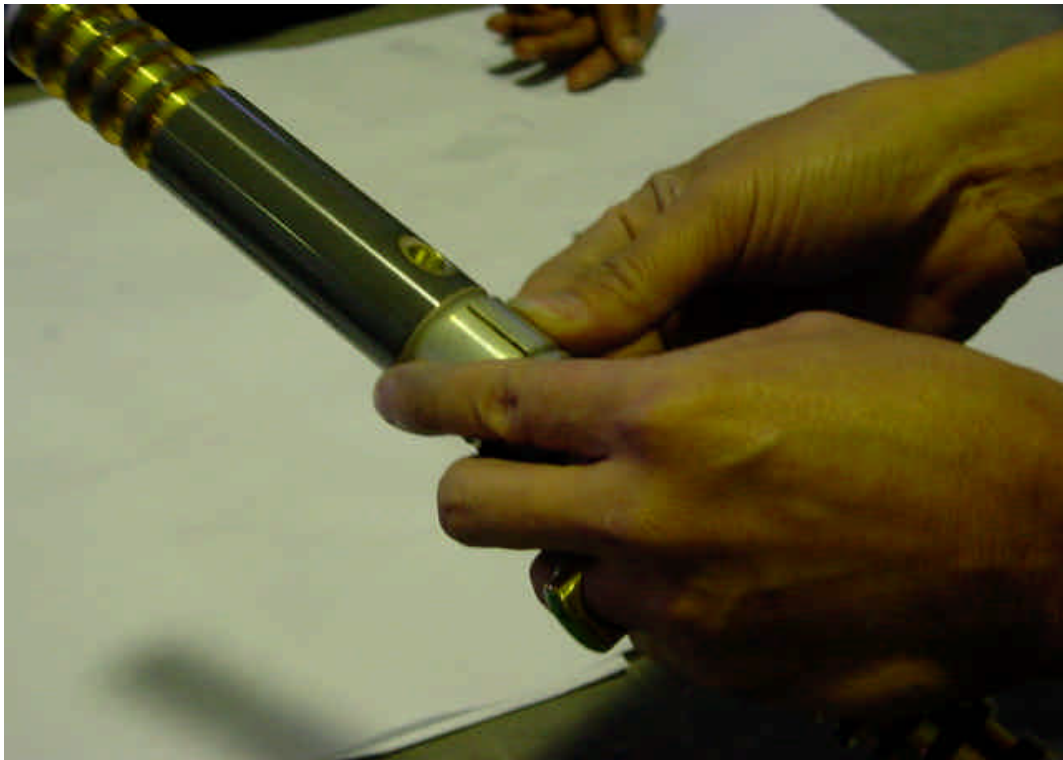
2.組裝流程與步驟



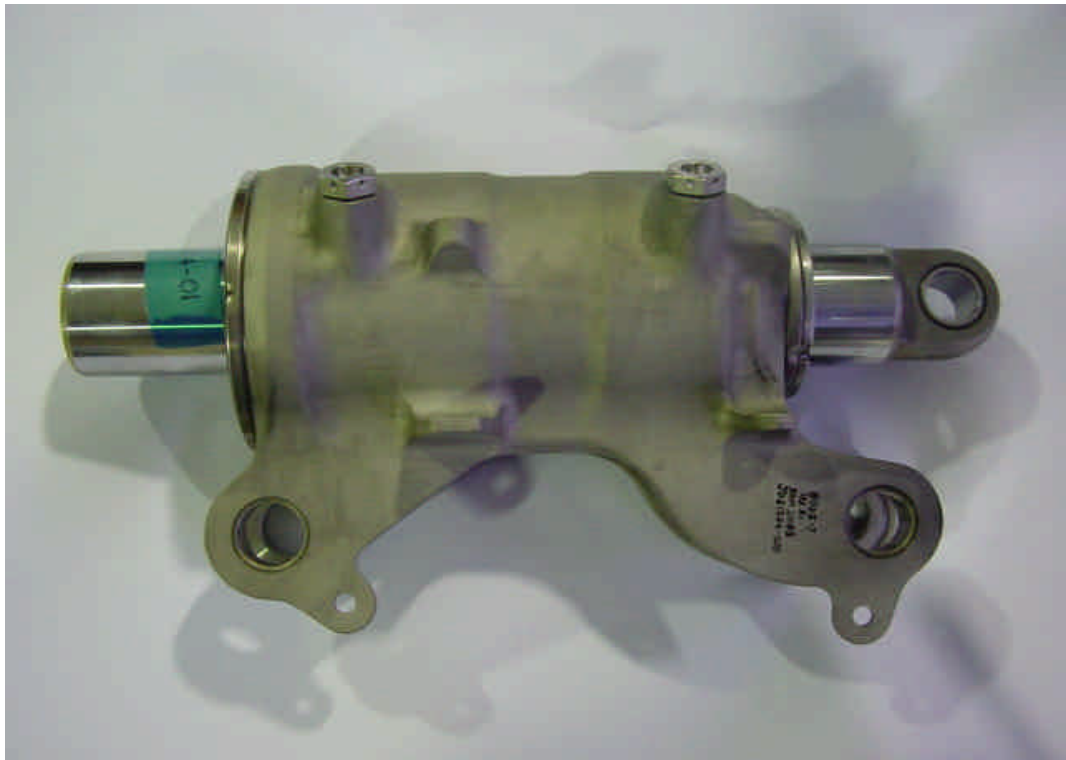
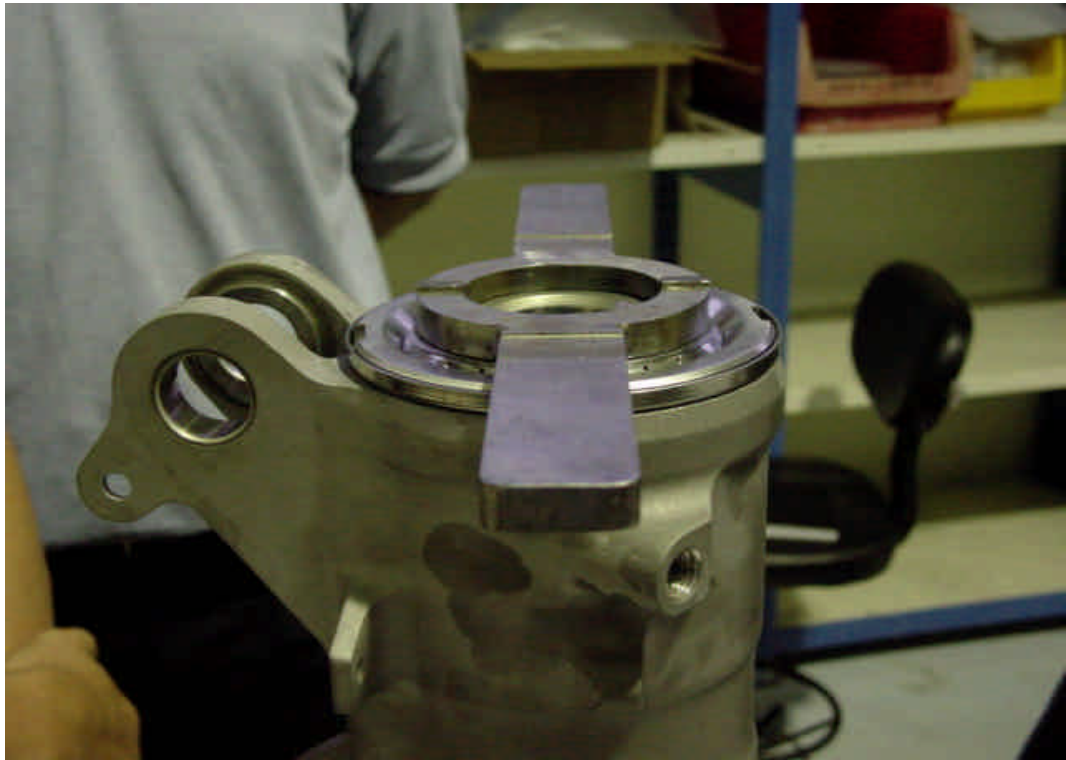
(1)組裝 8906、8908 GLAND



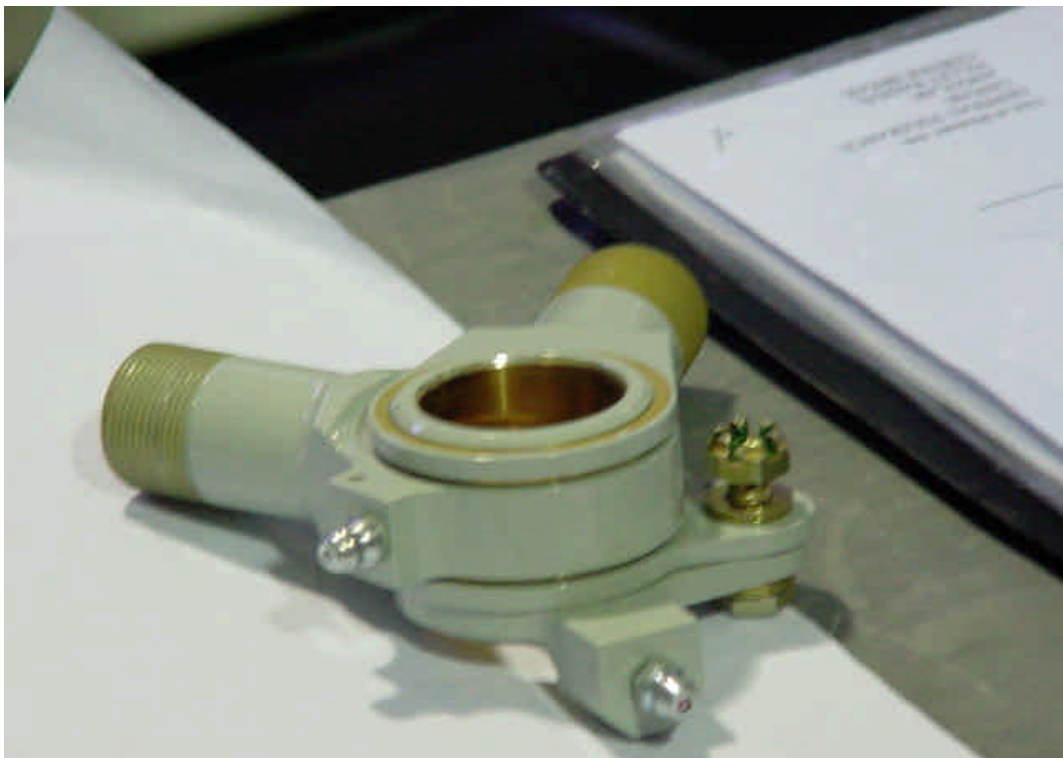
(2)組裝 8901-1 PISTON ASSY



(3)組裝 8927-1 TRANSFER TUBE ASSY



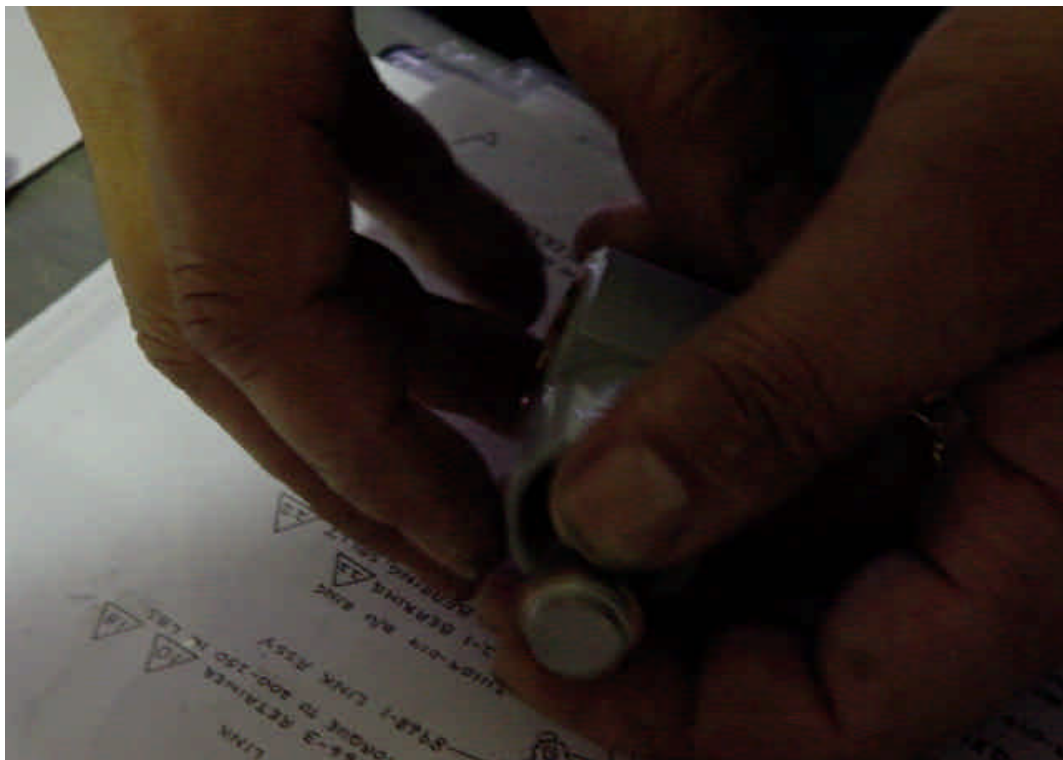
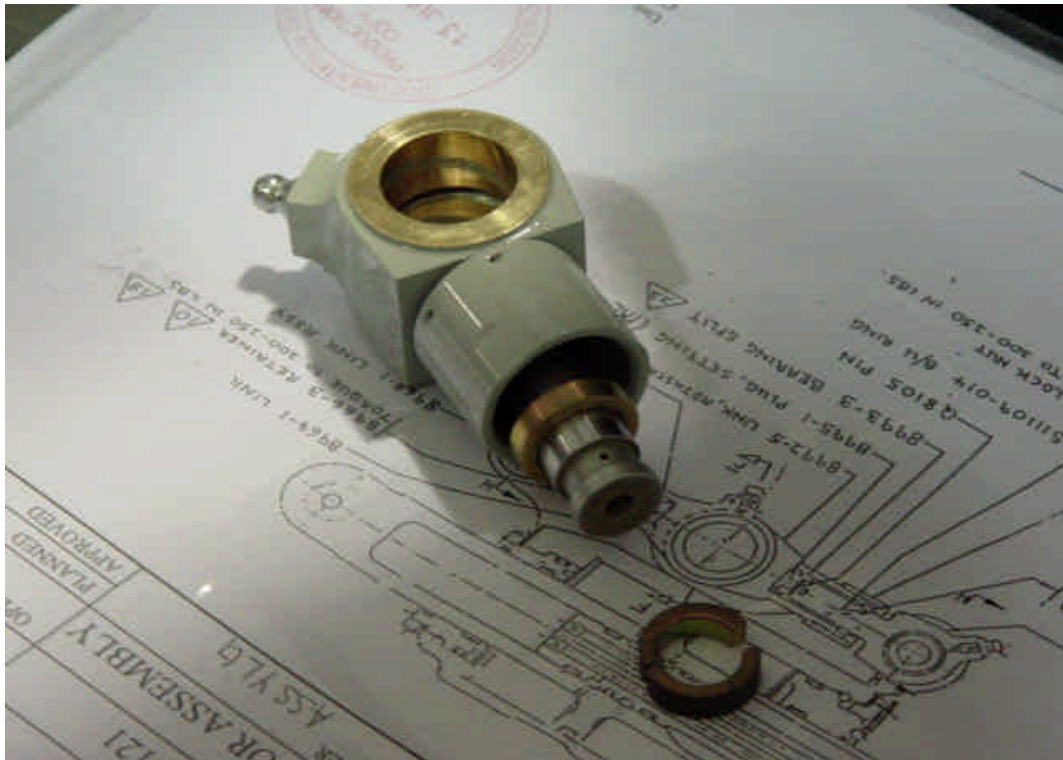
(4)結合步驟 1 與 2 與 8904-1CYLINDER 本體



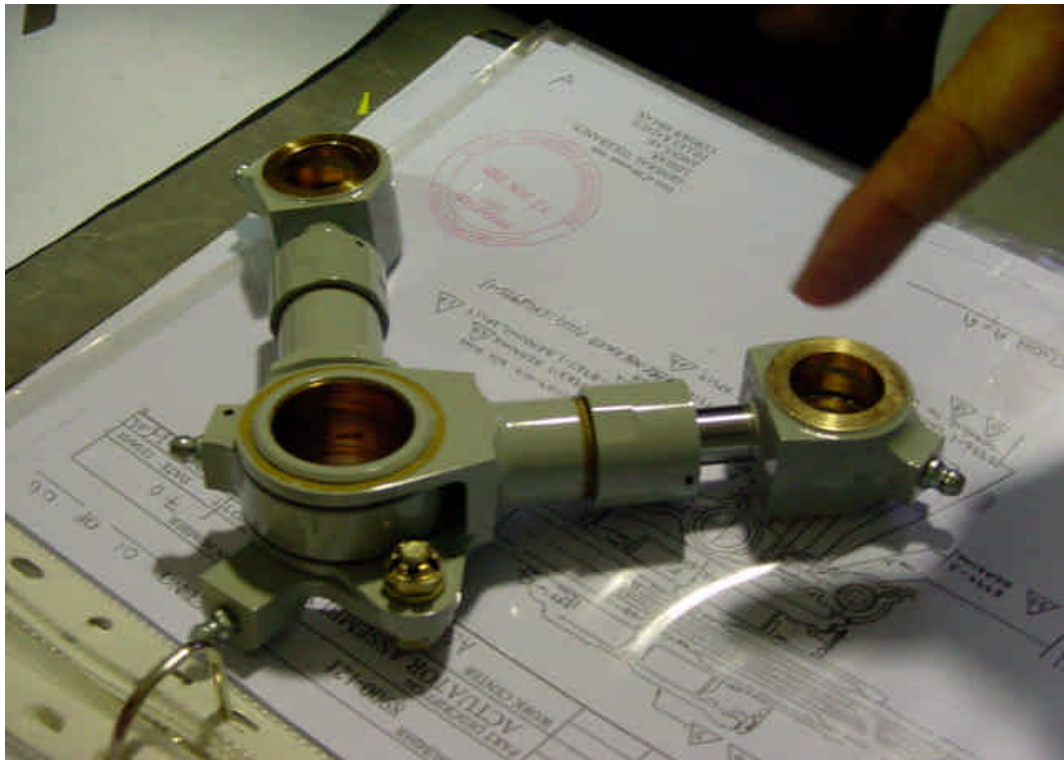
(5)組裝 8992-1 LINK ADJUSTABLE FEMALE



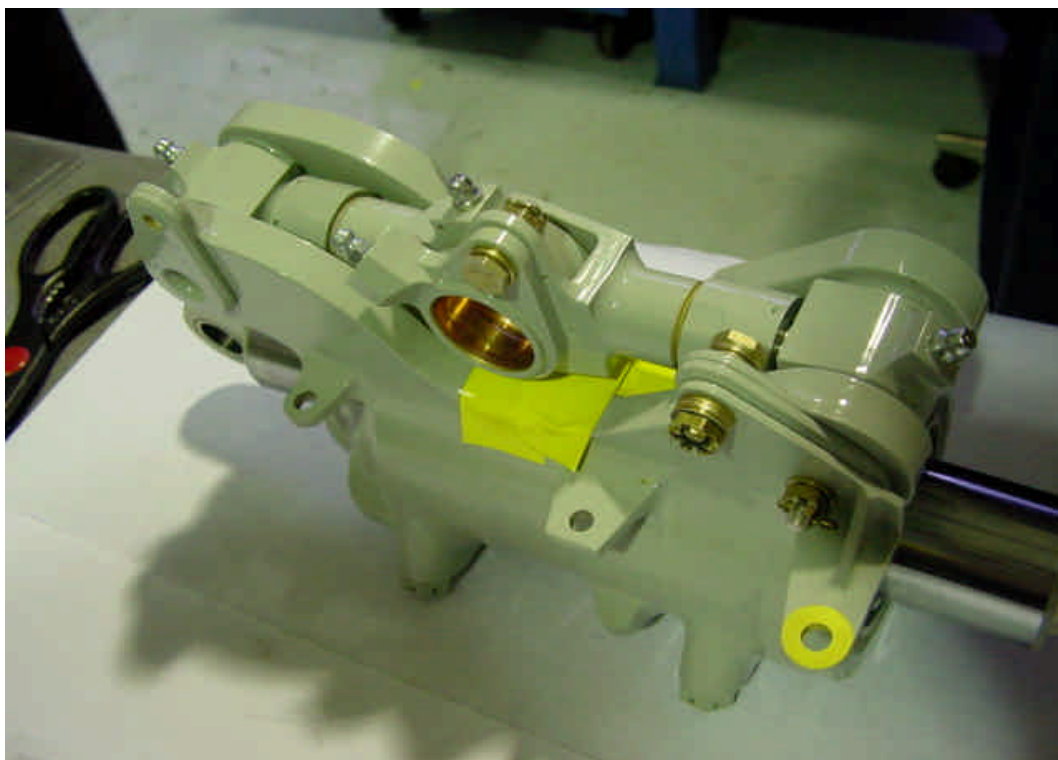
(6)組裝 8964-1 LINK SUB-ASSY



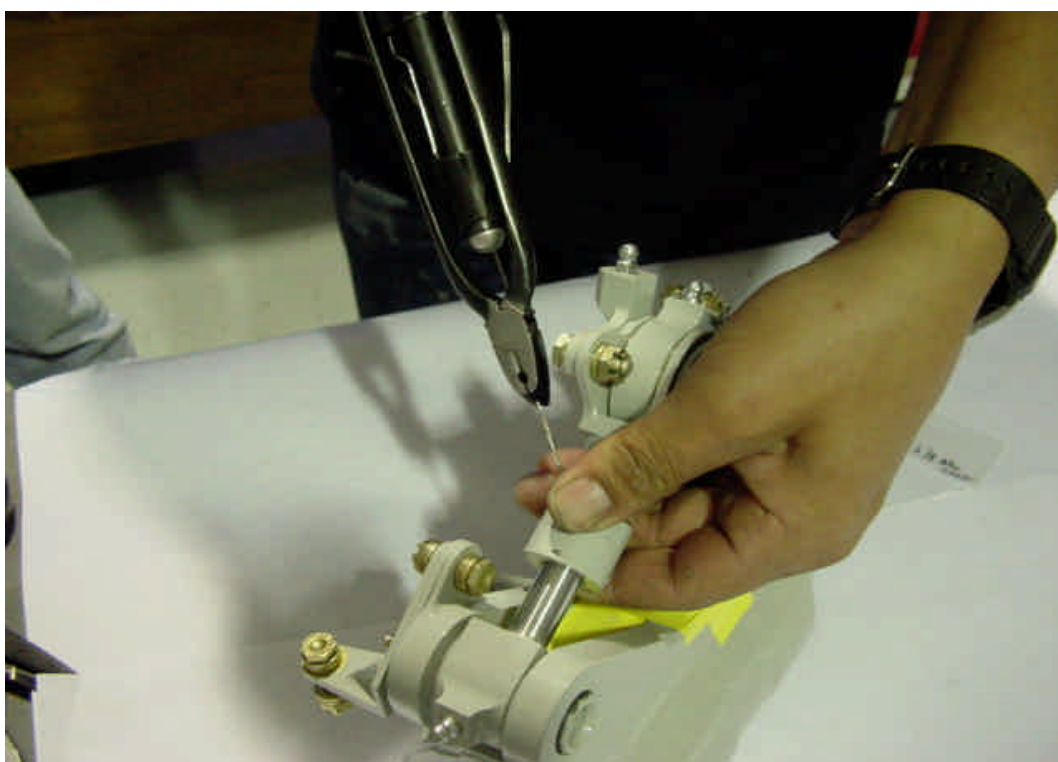
(7)組裝 8964-1 ADJUSTABLE LINK SUB-ASSY



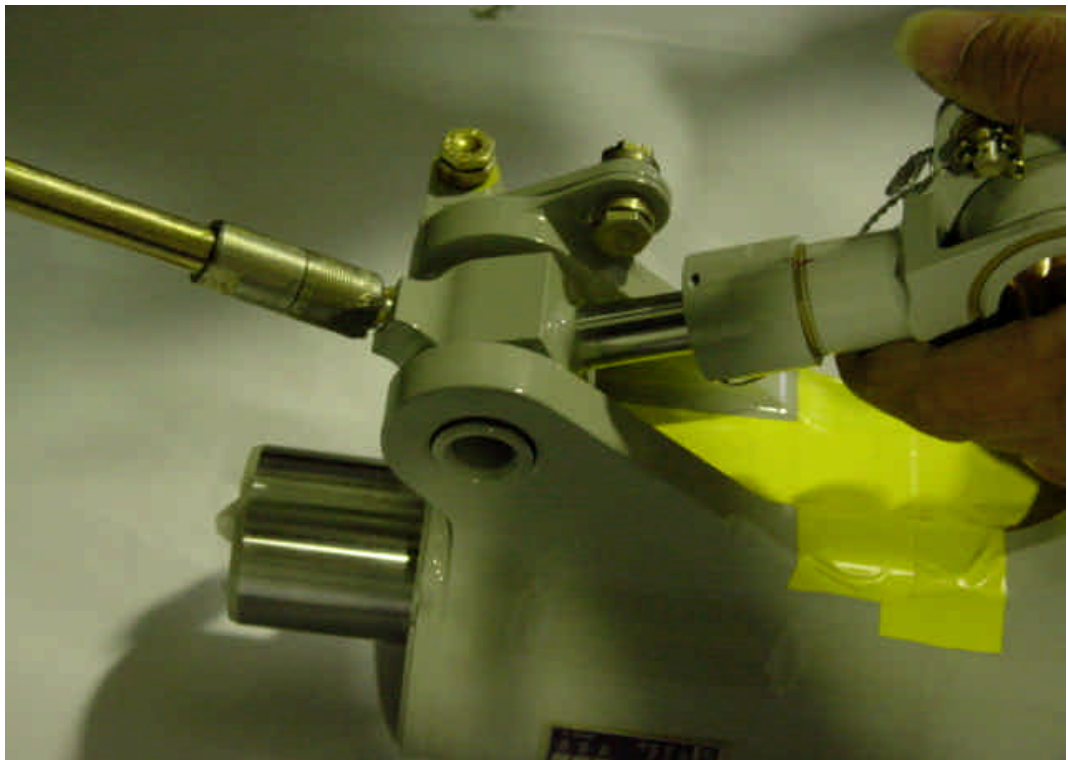
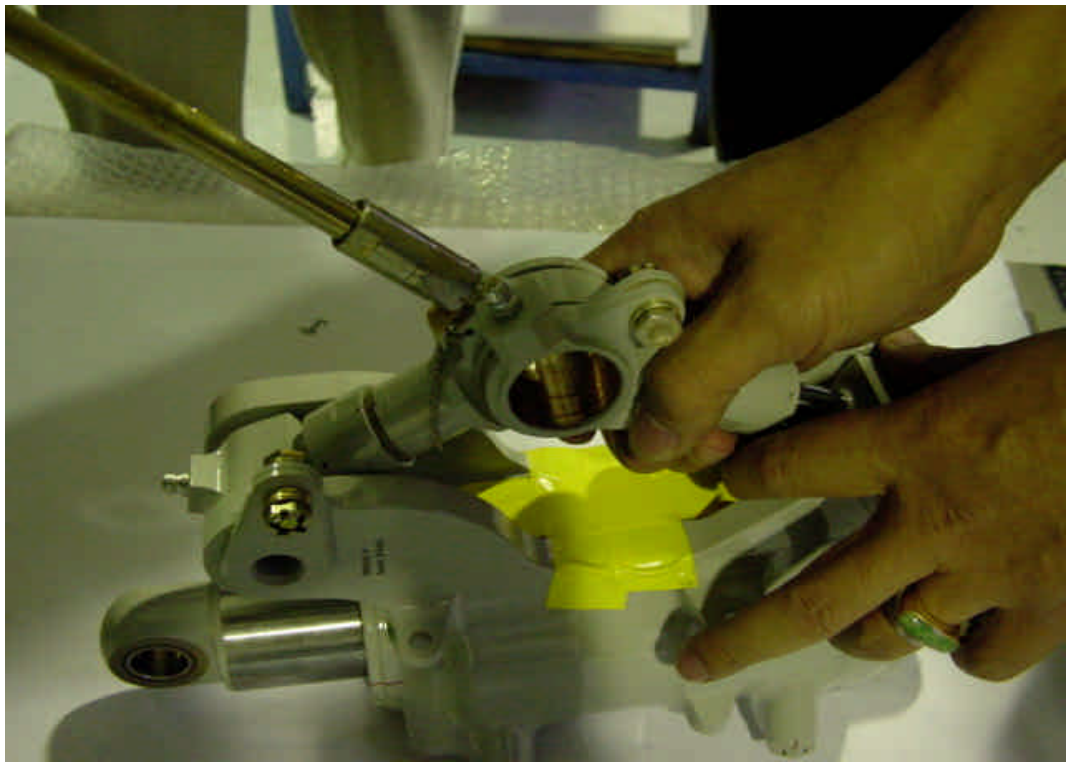
(8)結合步驟 5、6 與 7 完成 LINK SUB-ASSY



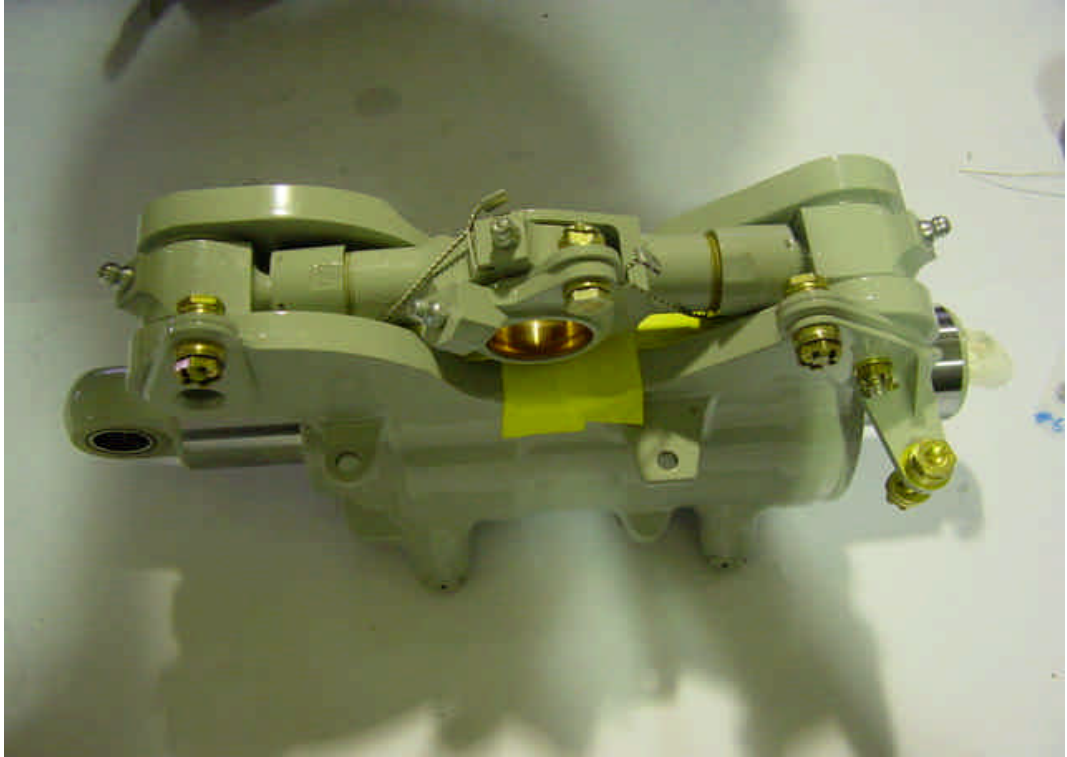
(9)結合步驟 4 與 8 完成致動器全組合



(10)致動器上保險



(11)致動器打黃油

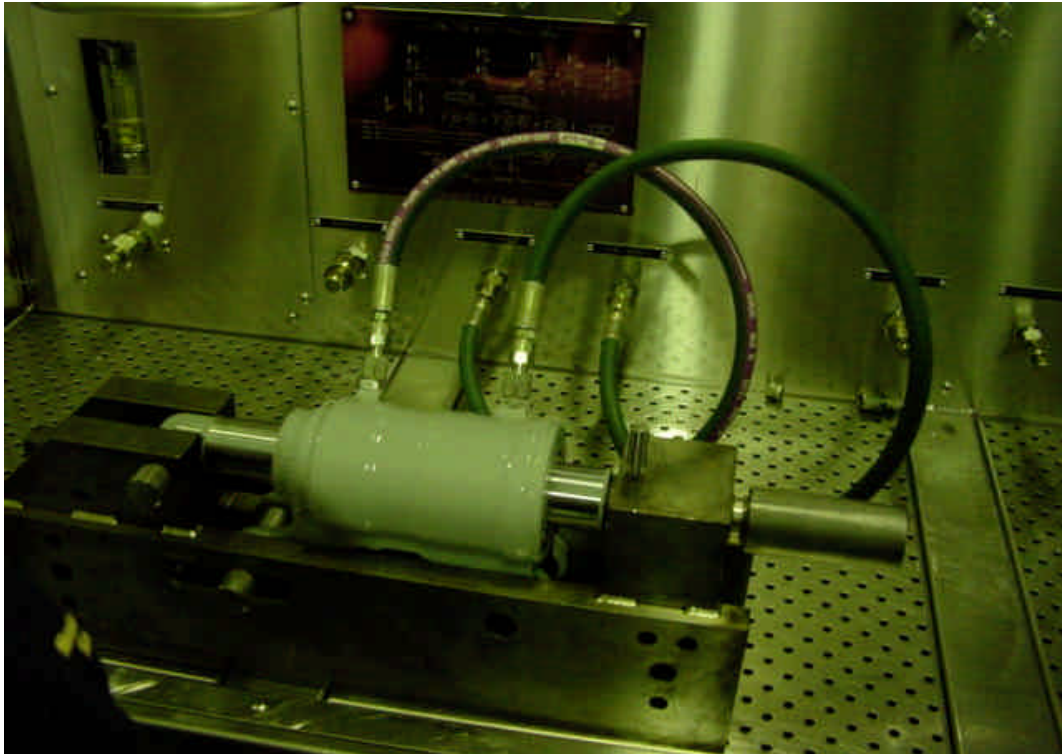


(12)成品

(三)起落架致動器測試分析

本科專計劃起落架致動器功能測試能量之建立需合乎 ATP(接收測試程序)標準，測試項目包含行程測試、試車、行程速度、操作測漏等。茲就轉向致動器測試程序作說明。

起落架轉向致動器測試流程

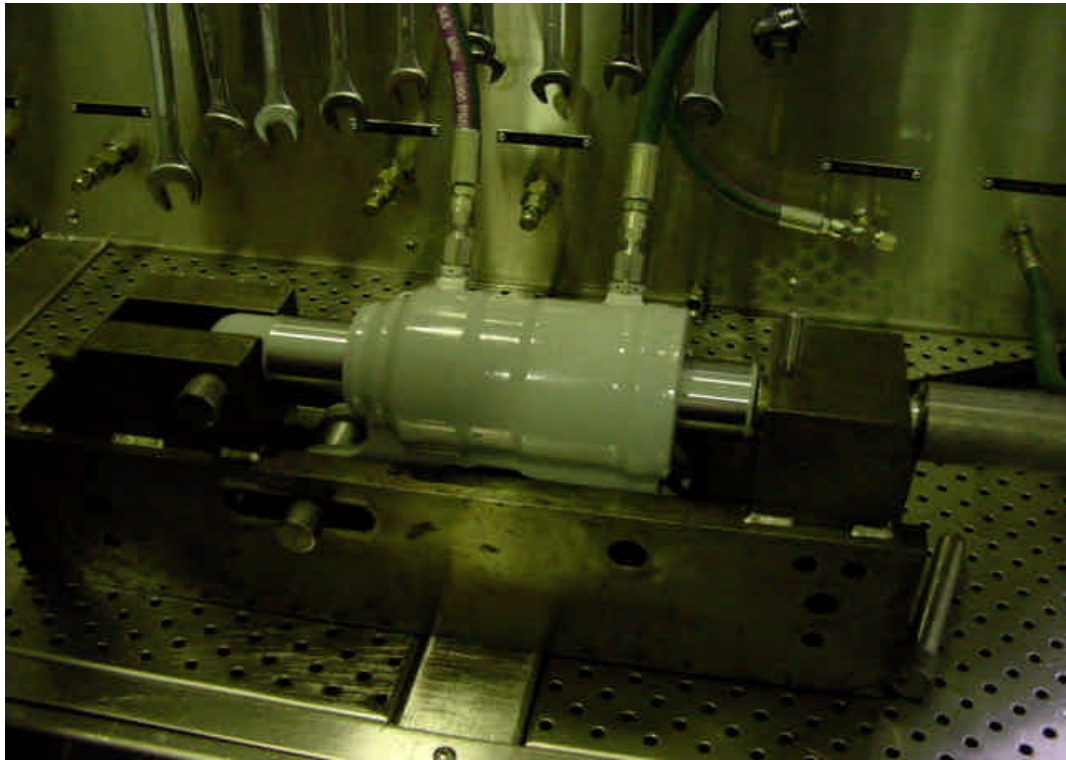


(1)試車

測試條件：
致動器本體移動是否順暢。

1. 將插銷裝入致動器本體凸耳和移動槽上
2. 分別注入 3000psi 壓力於兩油口上，使得致動器本體在移動槽上作動。





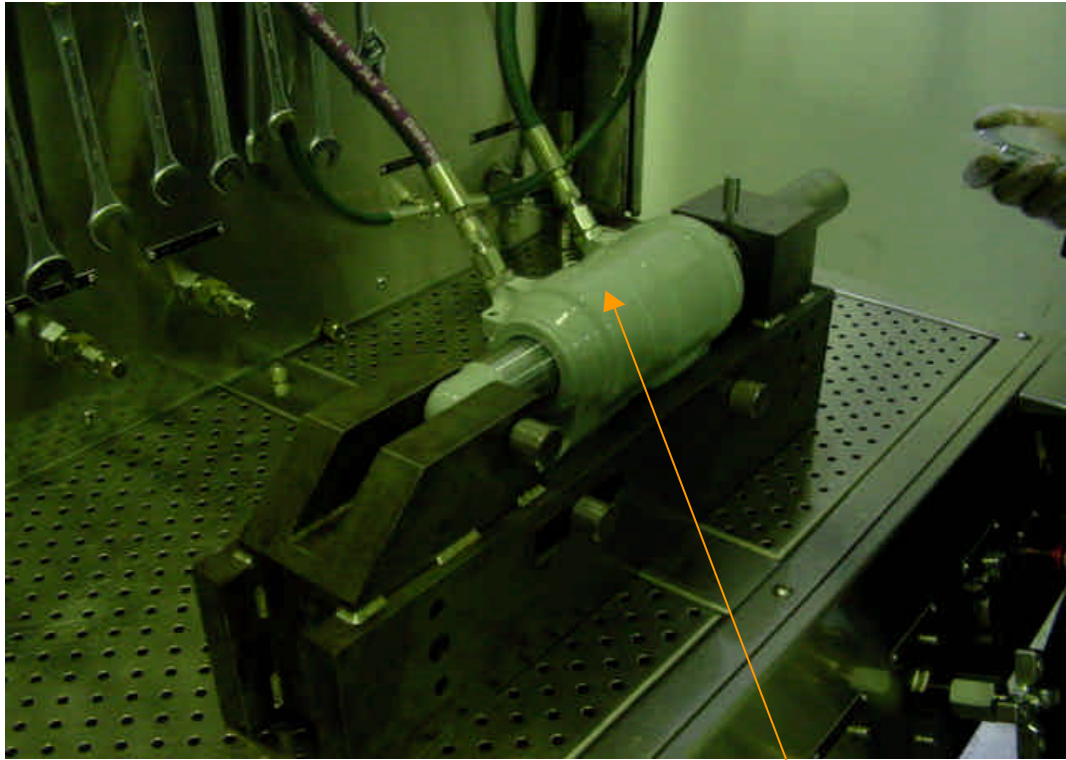
(2)保證壓力和外部測漏

測試條件：

1. 觀察有無外漏跡象。
2. 油封處無洩漏跡象。
3. 觀察有無永久變形。

1. 當致動器本體行程位於中行程時，將致動器本體以銷固定住。
2. 分別在兩油口上同時注入 5psi 壓力並維持 3 分鐘。
3. 分別在兩油口上同時注入 4500psi 壓力並維持 3 分鐘。





B

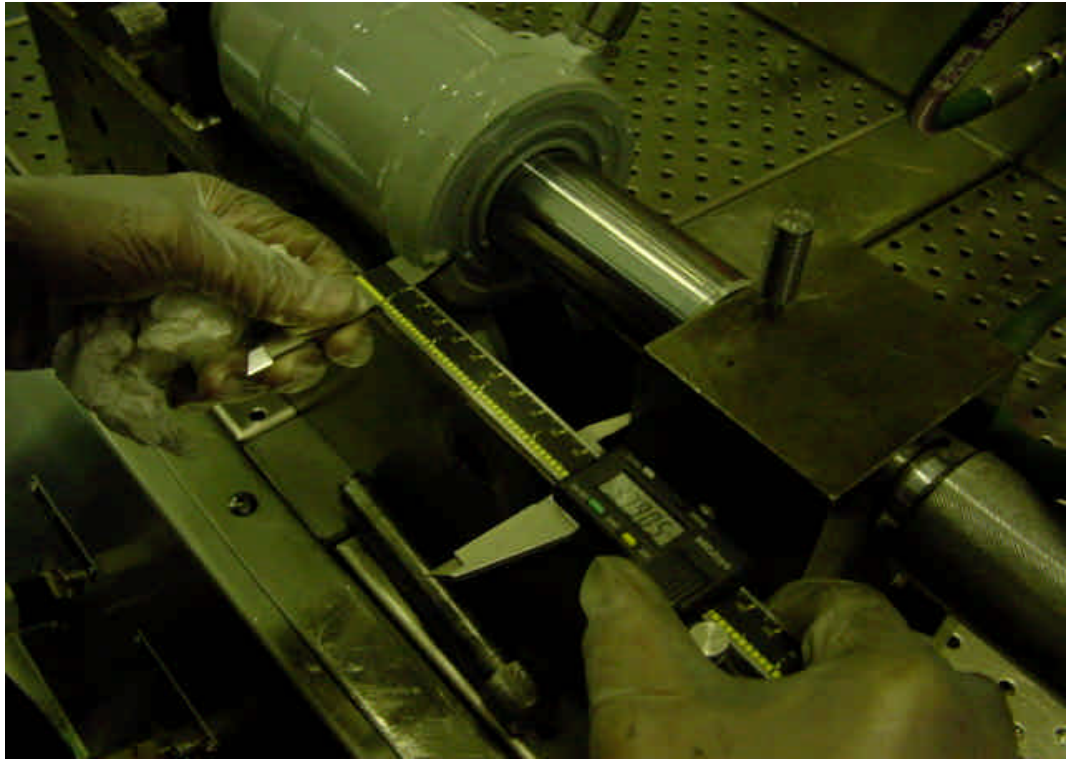
(3) 測試致動器之靜摩擦壓力

測試條件：

當致動器本體移動時的壓力值
不超過 40psi。

在油口 B 上施加壓力，並以
手感覺致動器本體是否移
動並記錄壓力。



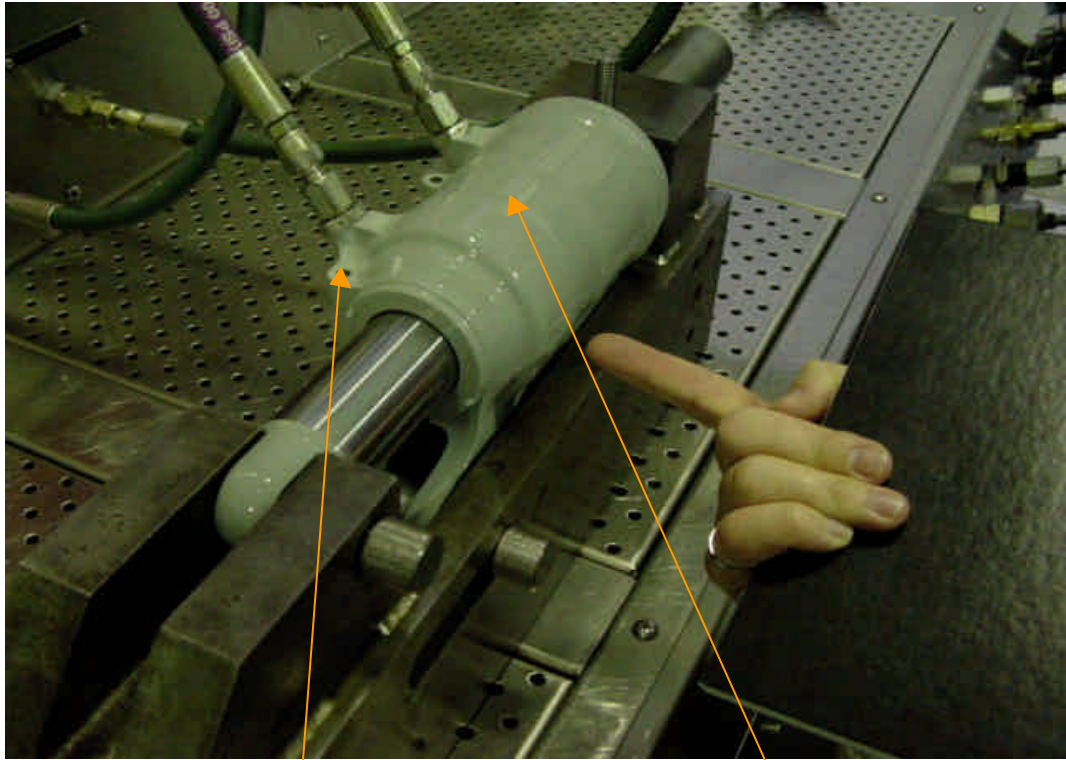


(4)行程測試

測試條件：
行程長度必須介於 3.477
到 3.517 英吋之間。

1. 在油口 A 上施加壓力, 推動致動器本體, 量測並記錄位置。
2. 在油口 B 上施加壓力, 推動致動器本體, 量測並記錄位置。
3. 計算行程距離。





A

B

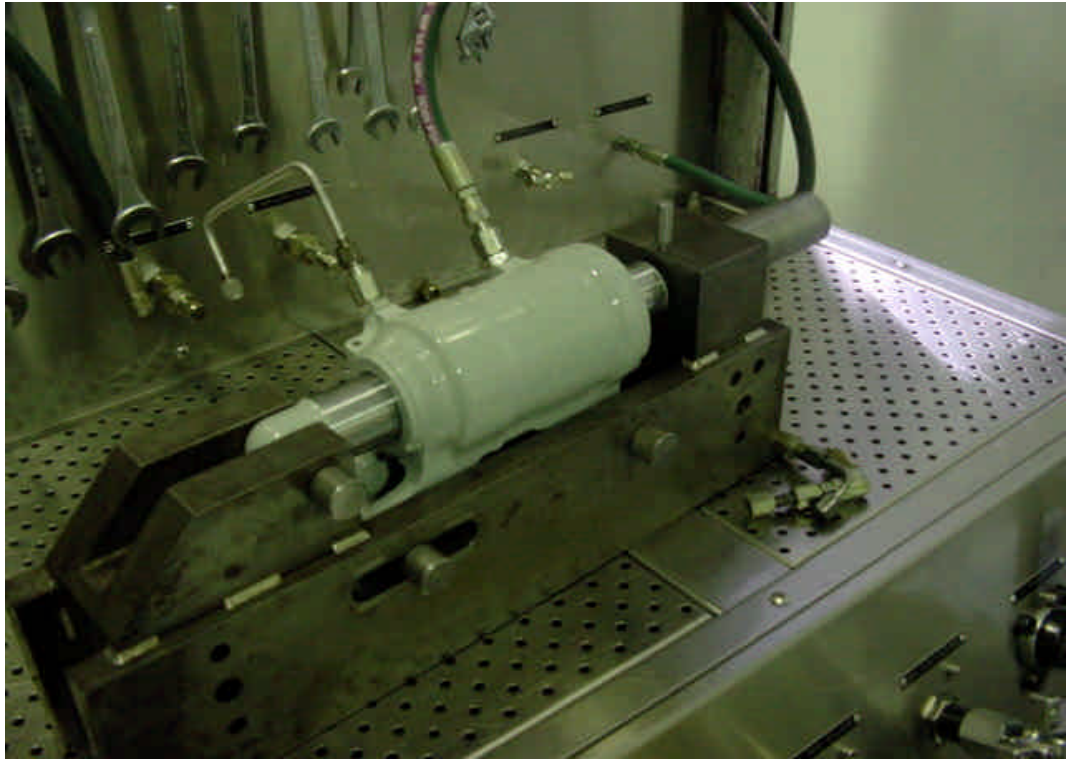
(5) 操作測漏和外部測漏

測試條件：

開口端洩漏量不得超過
60cc/min。

1. 將插銷裝入致動器本體凸耳和移動槽上。
2. 分別在油口 A 和 B 上注入 3000psi 壓力，使得致動器本體循環作動 100 次。
3. 量測並紀錄洩漏量和液





(6) 量測活塞油封內部測漏

測試條件：

操作循環 100 次時的洩漏量
不得超過 4 滴。

1. 當致動器本體行程位於中行程時，將致動器本體以銷固定住。
2. 油口一端注入 3000psi，一端量測其洩漏量。

(四)起落架致動器品保制度分析

航空品質要求，特重於產品的安全性及一致素，因此對於品質系統之品質規劃、產品檢驗與允收、製程管制、不符料件管制、產品追溯性、人員訓練等均有明確而嚴謹的要求。航太公司對於供應之產品品質為有效達到管制之目的，對供應商品質系統之稽核，採取第二者認證，目前尚未接受第三者之認證。故如欲承接飛機製造公司生產業務，供應商必先符合其承接公司之品質系統要求，並通過評鑑後方能成為其合格供應商

品保工作主要是在「立法」及「執法」，要講求「實質的成效」。因此；其主要任務應在於履行品保政策，建立品保制度，執行品保訓練，鑑定人員資格與工作方法。品保之工作重點為「預防」及「驗證」。品保作業應自概念階段即行參與，確實配合計畫需求，協助各專案計畫推展品保工作，執行品保作業與管制。

Messier-Dowty 公司提供一套品質系統文件，由 Messier-Dowty 品保工程師 Mr. Marius Nuica 於新加坡利用該份文件與中科院品保組小組長王宇理、公準公司品保經理李振中相關研討，說明 Messier-Dowty 向供應商採購之品質系統需求及程序，獲得相關文件計有：

1. PRIDE 內容包含：

- (1)PRIDE 內容乃是根據 AS9101/EN9101 國際航空品質協會品質系統評估，其品質系統評估報告包含：一般評估報告、評估結論、一般供應商、評估結果摘要等。
- (2)DCMP 規範。
- (3)藍圖上有關品保系統注意事項。
- (4)在開始製造產品之前，任何藍圖都須依 DCMP163 規範並附上 MDI

許可之製造計畫書和特殊製程技術。

2. Messier-Dowty 公司對於供應商產品/服務資格、商業情報資料、品保資料等製造資訊之評鑑調查表。

並討論後續相關工作項目及時程如下：

No.	Description	Due Date	Action By
1	To review Gongin's quality plan	Jan.18	ALL
2	MD-T to supply list of critical parts for Dash8 program	Feb.1	MD-T
3	Review MDT supplier appraisal questionnaire and Pride Rev.C Questionnaire Issue 1	Jan.11	ALL
4	To submit amended company's quality plan to MD-T	Feb.1	Gongin
5	To submit Pride Rev.C Questionnaire Issue 1	Feb.1	Gongin
6	To submit reviewed MDT supplier appraisal questionnaire	Feb.1	Gongin
7	To submit all the manufacturing plans and special processes techniques for critical parts	Mar.29	Gongin
8	Submit all suppliers' special processes procedures -general	Feb.18	Gongin

Note ASRD will support Gongin for Item 1 to Item 8 except Item 2

二、綜合觀感

本次赴新加坡 Messier-Dowty 起落架致動器專業製造廠執行商務飛機關鍵技術與系統開發三年計畫 – 起落架液壓致動器第二階段技術移轉及品保制度之工廠實習之綜合觀感如下：

- (一) 有鑑於國際航太市場的激烈競爭，主要航太製造廠莫不努力降低製造成本與進行研製，而為取得市場與降低執行計畫風險，主要航太製造廠也透過國際合作，以風險分擔、利潤分擔或者是兩者結合的方式，甚至採取策略聯盟方式與全球航太製造廠合作。所以經濟部科專計劃之起落架致動器技術引進案具有量少樣多、低投資、低風險等特性，以國內優質的製造技術與彈性的管理方式，採取與全球航太製造廠 OEM 合作方式，必能降低投資風險，創造出最大的投資效益。同時也透過彼此的交流互動，達到航太技術提昇的目的。
- (二) Messier- Dowty 公司對技術移轉過程十分重視，因當中關係到 Messier- Dowty 公司起落架致動器生產線是否能順利由新加坡移轉至台灣，而將生產線國際化，以拓展國際市場。因此於 Messier-Dowty 新加坡分公司完成第二階段技術文件審查及工廠實習等工作（製造、組裝、測試、認證）後，應即積極建立 SOP（標準作業程序書）之撰寫，確認所需技術文件齊備後，開始著手硬體產製之工作，希望藉由實際移轉技術之應用，達到技術生根的效果，使國內能建立起航太用起落架系統件之製造能量，並同時通過品保認證，以利後續訂單之承接。

參、效益分析：

- 一、落實先進航空起落架致動系統之設計、製造、組裝、檢測及品質系統等引進技術移轉合約內容，以兼顧本院國防研發及推動國內航空產業籌建雙重目標。
- 二、能明確掌握起落架致動系統之先進關鍵技術發展現況與趨勢，確定未來航太軍品研發衍生計畫之擬定與爭取建案。
- 三、主要國際航太廠商致力於降低零組件生產成本，將逐漸使生產線轉移至亞太地區，所以國內航太業者必須把握全球航太產業調整的過程，發揮我國產業的特有彈性優勢，承接國際大廠關廠後所產生之訂單效應，藉此機會跨入高階航太製品(起落架全系統設計製造)，相信不久的未來，我國必能成為『亞太航空起落架零件製造中心』，以開拓未來零組件製造的市場。
- 四、未來 Messier- Dowty 公司將視此項技術合作案成果，再陸續與我國共同合作 CL601-RJ 主起落架全系統新訂單合作(400 餘架)，但國內除中科院與漢翔公司具備軍機（小型）起落架系統件製造能量及經驗外，其餘業界均無此經驗，所以必須朝向產官學整合方式，以達到預期的效益。

肆、國外工作日程表：

中山科學研究院出國人員工作計畫表								
姓名		劉全輝、王宇理、蔡耀智、蔡承宏						
日期	星期	行程		公差地點			工作項目	備考
		出發	抵達	國名	(州)省	城鎮		
91 01 06	日	台北	新加坡	新加坡	新加坡	新加坡	搭機前往	夜宿新加坡
91 01 07	一					新加坡	起落架致動系統技術引進計畫第二階段技術移轉訓練課程： (劉員全輝)計畫管制、計畫查核、轉向致動器零件藍圖第二階段審查及規範審核。 (王員宇理)轉向致動器品質管制流程、品質管制制度、ISO 文件資料審查。 (蔡員耀智)轉向致動器製造及組裝程序技術套件資料審查。 (蔡員承宏)轉向致動器自動控制程序及測試技術套件資料審查。	夜宿新加坡
91 01 08	二					新加坡	起落架致動系統技術引進計畫第二階段技術移轉訓練課程： (劉員全輝)計畫管制、計畫查核、穩定致動器、輔助致動器零件藍圖第二階段審查及規範審核。 (王員宇理)穩定、輔助致動器品質管制流程、品質管制制度、ISO 文件資料審查。 (蔡員耀智)穩定、輔助致動器製造及組裝程序技術套件資料審查。 (蔡員承宏)穩定、輔助致動器自動控制程序及測試技術套件資料審查。	夜宿新加坡
91 01 09	三					新加坡	起落架致動系統技術引進計畫第二階段技術移轉訓練課程： (劉員全輝)計畫管制、計畫查核、收放致動器、阻力支撐致動器零件藍圖第二階段審查及規範審核。 (王員宇理)收放、阻力支撐致動器品質管制流程、品質管制制度、ISO 文件資料審查。 (蔡員耀智)收放、阻力支撐致動器製造及組裝程序技術套件資料審查。 (蔡員承宏)收放、阻力支撐致動器自動控制程序及測試技術套件資料審查。	夜宿新加坡
91 01 10	四					新加坡	起落架致動系統技術引進計畫第二階段品質暨履約研討： (劉員全輝)計畫管制、計畫查核、轉向致動器、穩定致動器、輔助致動器之工廠實作內容審查 (王員宇理)轉向、穩定、輔助致動器之 NDT 非破壞性檢驗及航太零組件認證。 (蔡員耀智)轉向、穩定、輔助致動器製造、組裝及航太零件製程等工廠實作。 (蔡員承宏)轉向、穩定、輔助致動器 NC 製程控制程序及測試系統控制技術等工廠實作。	夜宿新加坡

91 01 11	五					新加坡	起落架致動系統技術引進計畫第二階段品質暨履約研討： (劉員全輝)計畫管制、計畫查核、收發致動器、阻力支撐致動器之工廠實作內容審查 (王員宇理)收發、阻力支撐致動器之 NDT 非破壞性檢驗及航太零組件認證。 (蔡員耀智)收發、阻力支撐致動器製造、組裝及航太另件製程等工廠實作。 (蔡員承宏)收發、阻力支撐致動器 NC 製程控制程序及測試系統控制技術等工廠實作。	夜宿新加坡
91 01 12	六	新加坡	台北				資料整理及返國飛行	

伍、社交活動：

本次差旅因行程緊湊，除了與加拿大 Messier-Dowty 公司代表及工程師、新加坡 Messier-Dowty 公司工程師就技術引進工廠實作內容進行研討外，幾乎沒有額外可用時間與廠商進行社交活動。

陸、建議事項

- 一、本次國外公差因加拿大 Messisr-Dowty 公司 90.12.05 才排定於 91.01.07 91.01.11 於新加坡進行技術引進第二階段之工廠實作，故提院部審查時已逾規定期限。因執行經濟部科專計畫多需與業界合作，而業界本身存在之變數有時亦無法事先掌握，建議將來對此時間較為急迫之出國案件，能於複審同時附上相關證明後同意免延後出國，避免於審查後需再提說明而延誤時效。
- 二、起落架致動器為高附加價值產品，其檢驗及測試所需環境較為嚴格，所需費用相對高昂，而國內可供檢驗及測試之能量十分缺乏，建議可於將來籌設合乎航太標準之檢驗及測試實驗室，建立專業能量，增進競爭力。
- 三、與 MDS 接觸的過程中，發現國內合作廠商將來可能因為量產之關係，面臨 Dash 8 之 100/300 型號有利潤不足之考量及下游零件供應商斷線之風險。因此，建議以導向伺服致動器，或起落架系統之較高階產品為下一階段科專計畫之目標。

柒、附件清單：

- 一、新加坡差旅會議記錄。
- 二、中科院航研所向 Messier-Dowty Singapore 公司提報之簡報資料。
- 三、起落架 8900-121 轉向致動器製程分析。
- 四、Messier-Dowty 公司 PRIDE 文件。
- 五、Messier-Dowty 公司對供應商之評鑑調查表。