

CSIPW-90B-F0004

國外公差報告

中山科學研究院

國外公差心得報告

批		示		
公差年度	九十	所屬單位 各級主管	政戰部	企劃處
單位	第二十二廠 第二研究所			
級職	技士 技正			
姓名	張達良 王功發			

國外公差人員返國報告主官（管）審查意見表

- 一、本院二所荐聘技正王功發等二員，係配合雄三計畫「電子束焊接機」購案之執行，前往英國原製造廠 CVE 公司參與交運前性能測試，以確保裝備在交運前，整體機具之設計、製造及測試均符合購案契約要求，具有良好之使用功能與操作介面。
- 二、由於王員等對電子束焊接機之應用技術與機電維護已具多年經驗，對交運前性能測試之檢測項目及規格要求標準皆能充分研判，期使機器完成工程設計及裝機後性能獲得最直接的驗證，裝備得以最快速加入研發及產製行列，而能有效擴展研發領域及提高生產能量。
- 三、CVE 公司完整而嚴謹之系統工程設計與注重顧客滿意度之企業形象，亦足為本院學習效法；若能廣泛應用推廣於本院各階層，相信對各計畫執行研發及製程管制之效率或品質提昇均有莫大助益。

報 告 資 料 頁			
1. 報告編號： CSIPW-90B- F0004	2. 出國類別： 考察	3. 完成日期： 90年11月28日	4. 總頁數： 53頁
5. 報告名稱：電子束焊接機交運前性能測試			
6. 核准 文號	人令文號	九十年十月十二日 (九)銓鑑字第 七三五七號令	
	部令文號		
7. 經 費		新台幣：貳拾壹萬陸佰柒拾元	
8. 出(返)國日期		九十年十月二十三日至九十年十一月一日	
9. 公差地點		英國劍橋	
10. 公差機構		Cambridge Vacuum Engineering Ltd.	
11. 附 記			

封面格式

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：考察)

(裝
釘
線)

(電子束焊接機交運前性能測試)

服務機關：中山科學研究院

出國人職稱：技正 技士

姓名：王功發 張達良

出國地區：英國

出國期間：90年 10月 23日至 11月 1日

報告日期：90年 11月 28日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：電子束焊接機交運前性能測試

頁數 53 含附件： 是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

中山科學研究院/張達良/03-4456570

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

王功發/中山科學研究院/二所二十二廠/技正/03-4456564

張達良/中山科學研究院/二所二十二廠/技士/03-4456570

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：

90 年 10 月 23 日至

90 年 11 月 01 日

報告日期：

90 年 11 月 28 日

分類號/目

出國地區：

英國劍橋

關鍵詞：電子束焊接機 真空 電子鎗、光學監視系統、焊縫蒐尋系統、電腦數值控制、鎂合金、X-光

內容摘要：(二百至三百字)

本報告為執行國防部中山科學研究院雄三計畫電子束焊接機購案 (XB89580W)，並配合 CVE 原製造廠進行交運前性能測試事宜，派員赴英國劍橋，參加 CVE 公司所實施之交運前性能測試，以確保全機在交運前，整體機具之設計、製造及測試均符合購案契約要求，具有良好之使用功能與操作介面。並於檢試電子束焊接機性能的同時，與國外專家共同研討焊接技術，藉以瞭解新購電子束焊接機之操作性能與應用技術，並蒐集、觀摩相關技術資訊，以為日後電子束焊接機實際應用領域和先進技術開發建立基礎。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：電子束焊接機交運前性能測試	
出國計畫主辦機關名稱：國防部中山科學研究院	
出國人姓名/職稱/服務單位：王功發/技正/中山科學研究院/等 2 人	
出國計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2. 格式完整 <input type="checkbox"/> 3. 內容充實完備 <input type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> ①不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> ②以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> ③內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> ④未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> ⑤未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 其他處理意見：
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 退回補正，原因：_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

中山科學研究院公差出國人員報告目錄

內容包含：

壹、出國目的及緣由

貳、公差心得

參、效益分析

肆、國外工作日程表

伍、社交活動

陸、建議事項

柒、附件

壹、出國目的及緣由

本廠為執行雄三計畫電子束焊接機購案(案號：XB89580W)，並配合 CVE 原製造廠進行交運前性能測試事宜，派員赴英國劍橋，參加 CVE 公司所實施之交運前性能測試，以確保全機在交運前，整體機具之設計、製造及測試均符合購案契約要求，具有良好之使用功能與操作介面。並能於檢試電子束焊接機性能的同時，與國外專家共同研討焊接技術，藉以瞭解新購電子束焊接機之操作性能與應用技術，並蒐集、觀摩相關技術資訊，以為日後電子束焊接機實際應用領域和先進技術開發建立基礎。

本出國公差由本廠派遣技正王功發及技士張達良二員前往，參與電子束焊接機交運前性能測試，性能測試內容根據購案契約條款約定之測試項目逐一進行。就機具光電特性而言，檢視電子束焊接機電子裝置、控制系統及電路連線、光學及電視監視系統與焊縫蒐尋系統檢試、應用軟體及電腦數值控制器整合測試及操作與檢試技術研討。另針對機具架構及焊接加工能力，進行檢視電子束焊接機之機械結構組成、加工平台精度、電子鎗、真空系統及閉路冷卻系統連線檢試和運轉操作觀摩、檢試焊道加工情形與焊接技術研討。

貳、公差心得

一、CVE 廠區參訪

CVE 公司位於劍橋郊區之 Denny Industrial centre 內，該區頗為類似國內之小型加工工業區，區內有鋼鐵批發、電子零件、汽車零件、熱處理廠等小型工廠，CVE 以設計、製造電子束焊接機及高溫真空爐為名，產品多銷售至歐美地區，最主要客戶為航太零件、汽車製造、引擎發動機製造、精密機械、精密感測器等產業。

CVE 公司為 Dowty Group 之子公司，Dowty Group 為英國 Smith Aerospace Group 旗下之一附屬公司，年營業額為 9,000,000 英鎊(合計台幣四億五千萬元)，全公司員工計有 60 人，CVE 公司內部組織共有行政部、業務部、工程部、生產部、客戶服務部等部門，各部門分設一經理及工程師數名負責其業管事務。

業務部分國內銷售(含歐洲市場)、國際銷售、美國辦事處等，在亞洲地區中國大陸亦有一技術服務處，因近來 CVE 有數部電子束焊接機銷售至西安、瀋陽、上海等大陸國營航太企業及研發機構，在台灣地區則僅有一代理商(康普公司)；工程部負責全部設計、藍圖、技術、應用軟體、整合測

試、焊接條件試驗及應用技術推廣；生產部則負責生產排程、稽查及催工、零組件外包、全部組件之組合、組裝測試、包裝、運輸及裝機；客戶服務部則處理裝機後之試車、教育訓練與後續維修等業務。

CVE 公司為雙層廠房，佔地約 2600 平方公尺(約 800 坪)，一樓主要為工廠，除部份為行政辦公室外，主要分精密檢驗室、材料實驗室、機械工廠、組裝工廠、零件庫房及維修區，二樓則為工程部、客戶服務部及圖庫。其精密檢驗室具一般檢驗能力，擁有游標卡尺、分釐卡、三次元量床等基本量測工具；材料實驗室則具切割機、拋光設備、腐蝕裝置及金相照相顯微鏡與熱感應列印設備；機械工廠則僅有一部傳統車床、二部傳統銑床、電焊機及氬焊設備，用作小型零件加工或維修件之製作，因其主要零組件加工、表處或塗裝等作業均採外包方式而非自製。

其組裝工廠裝設一具承載 10 噸之天車，以配合零件吊重安裝輔助用，現場則根據客戶裝機位置之尺寸釘置相同之裝機環境，用以模擬實際裝機條件，預先已完整佈置相關高低電源電纜、壓縮氣管路、外接氣源管路與冷卻水管路等管線、管線槽和各相應控制開關箱。

由現場裝置情形可知，CVE 公司在整體系統工程上之努力，除在生產排程上充分掌握進度外，更全力在使設計、零組件製造、組裝、測試、偵錯及改善等各階段之品質達到盡善盡美，以減少各方面可能遭遇之困難並預先防範，積極瞭解客戶之需求，提供全程服務。如此，不僅可提高客戶之滿意度，更可使製造廠商降低人力及物料等作業成本，減少誤差及失敗率；如此有條理、井然有序地安排與佈置，更易於掌握全般狀況，此點確實為本院研發或製程管理所應當效法之處。

此外，在其維修區擺置多部待維修之電子束焊接機及高溫真空爐，多為客戶要求重新翻修之舊設備，CVE 人員很自豪的說明其客戶對該公司的信任及支持，因此無論是舊機維修、性能提升、備用零件或是售後服務等，CVE 均將提供最完善的服務。維修場區亦放置部份非該公司之產品，該公司在客戶要求下，仍盡力進行維護及翻修，據 CVE 人員表示，如此不但可拓展商業市場，提升公司形象，增加客戶之信賴，同時亦可提升自身的之研製、生產能力，因為透過維修同業的產品，是一種最廉價的學習途徑，除了可擷取對方之設計精華作為提升自己的能力外，亦可確

實掌握同業之設計缺陷，無非是一爭取訂單並足以克敵致勝的最佳法寶。

本院目前亦同樣面對世界各國國防科技的競爭，為縮短各式武器研發期程，並使本院產品更具競爭力，獲取他國之科技精華，最快速的方式，應是透過三軍的合作，藉維修各式外購武器，從中學習他國之優異所在，並不斷累積經驗及其設計理念，作為自我惕厲及改善之基礎，相信對提升本院產品品質及形象有莫大的幫助。

二、測試結果

Inspection Sheet

測試報告

Item No 項次	Inspection procedure 測試程序	Inspection item 測試項目	Specification Standard 規格標準	Measured Value 量測數據	Judgment 研判結果
1	Equipment composition 儀具總成	(1). Electron beam gun 電子鎗 (2). Working chamber 工作艙 (3). Optical and TV viewing system 光學及電視監視系統 (4). Vacuum pumping system 真空抽氣系統 (5). Seam scanner system 焊縫蒐尋系統 (6). Machine control & CNC system 機器控制及電腦數值控制系統 (7). Closed-circuit water cooling system 閉路水冷卻系統	Confirmation 確認	確認 確認 確認 確認 確認 確認	合格
2	Marking 標示	All markings & descriptions shall be in Chinese or English 所有標示及說明敘述均須為中文或英文說明	Confirmation 確認	確認	合格
3	Accelerating voltage 加速電壓	Variable range of accelerating voltage 加速電壓調變範圍	Low voltage 低壓 0~60KV High voltage 高壓 100~150KV	0~150KV	合格
		Working voltage instability 工作電壓不穩定性	\pm % max	0.067%	合格
		Resolution 解析度	0.1KV	0.1KV	合格
		Repeatability 重覆性	0.1KV	0.067KV	合格
4	Beam current 電子束電流	Variable range of beam current 電子束電流調變範圍	0~50mA(at least 30mA)	0~50mA	合格
		Current accuracy 電流精度	\pm % (above 10mA)	0.455%	合格
			\pm 0.1mA (below 10mA)	0.02mA	合格
		Output beam power range 輸出功率範圍	0~7.5KW(3KW)	0~7.5KW	合格
		Repeatability 重覆性	\pm 0.0% (above 10mA)	0.455%	合格
			\pm 0.0% (below 10mA)	0.645%	合格
Resolution 解析度	0.1mA	0.1mA	合格		
5	Focusing 聚焦	Repeatability 重覆性	\pm %	0.179%	合格
6	Function generator 函數產生器	Static deflection 靜態偏向	\pm °	\pm 4.2°	合格

		Dynamic deflection 動態偏向	Circle, ellipse, triangle, sine wave, all functions in X & Y directions 圓、橢圓、三角、正弦波、X 及 Y 各軸向	確認	合格
		Superimposed deflection 疊加偏向	1~10000 Hz	確認	合格
7	Pulse generator 脈衝產生器	Pulse frequency 脈衝頻率	10~1000 Hz	確認	合格
8	Working chamber 工作艙	Inside chamber size 工作艙內部尺寸	900~1400mm long (X axis) ×	1400mm	合格
			580~1100mm wide (Y axis) ×	1000mm	合格
			750~1300mm high(Z axis)	1095mm	合格
9	Working table 工作台	Supporting mass 可承受載重	450 Kg	457.6kg	合格
		Flatness 平坦度	0.05mm/300mm max in X & Y direction	X axis : 0.036~ 0.04mm Y axis : 0.014~ 0.028mm	合格 合格
10	Table carriage 工作台支座	Positioning accuracy 定位精度	±0.03mm max	X axis : 0.0056 mm Y axis : 0.0056 mm	合格 合格
		Positioning Repeatability 定位重覆性	±0.03mm max	X axis : 0.003mm Y axis : 0.007mm	合格 合格
		Travel speed 移動速度	Minimum 60~100mm/min Maximum 2500~6000mm/min	低速 60 mm/min 高速 3000 mm/min	合格 合格
11	Rotary device 旋轉裝置	Tilting range 傾斜範圍	0~90°	0~90°	合格
		Readout resolution of tilting position 傾斜讀數解析度	1.0°	0.01°	合格
		Positioning repeatability 定位精度重覆性	0.05°	rotary : 0.029° tilting : 0.031°	合格 合格
		Speed range 速度範圍	0~60 rpm	0~60rpm	合格
		Speed increment 速度增量	1.0rpm	1rpm	合格
		Clamping diameter 夾持直徑	0~100mm	0~100mm	合格

		Clamping length with tail stock 以尾座之夾持長度	0~410mm at least	0~411 mm	合格
		Continuously rotary range 連續旋轉範圍	0~360°	0~360°	合格
		Admissible load 可允許負荷	25 Kg	54Kg	合格
12	Tilting device 傾斜裝置	Positive mechanical locks provided 確動機械鎖定裝置	0, 30, 45, 60, 90°	確認	合格
		Max workpiece diameter (effectively useful height) 最大工件直徑(有效使用空間)	> 400mm	410~600 mm	合格
13	TV viewing system 電視監視系統	Magnified view 電視監視系統之放大倍率	Adjustable from 3× to 15× 至少為可調式 3~15 倍	0~45 倍	合格
	Optical viewing system 光學監視系統	Magnified view 光學監視系統之放大倍率	Adjustable from 3× to 15× 至少為可調式 3~15 倍	3~15 倍率	合格
14	Chamber vacuum system 工作艙真空系統	Pump down to “vacuum ready” pressure 抽氣至“真空待機狀態”壓力	5×10^{-4} mbar(3.75×10^{-4} torr) in approximately 10 minutes	5×10^{-4} mbar 需時 6 分 51 秒	合格
		Pressure rise rate with initial pressure of less than 5×10^{-5} torr over 10 hrs interval 初始壓力小於 5×10^{-5} torr，經 10 小時後之壓力提升率	$< 5 \times 10^{-3}$ torr per hour	3.24×10^{-3} torr per hour	合格
15	Column vacuum system 電子束產生部真空系統	Pressure which column independently pump down to 電子束產生部可單獨抽氣壓力	1×10^{-4} mbar(7.5×10^{-5} torr)	3.62×10^{-6} mbar	合格
16	Seam scanner system 焊縫蒐尋系統	Ability to operate in vacuum 真空環境可操作條件	5×10^{-4} mbar(3.75×10^{-4} torr)	Chamber 1.14×10^{-4} mbar Column 3.26×10^{-6} mbar	合格
		Repeatability 重覆性	0.05mm	0.042mm	合格
		Tracking accuracy 蒐尋精度	± 0.15 mm	0.06mm	合格
17	Safety 安全事項	X-ray radiation X 光輻射劑量	0.25mR/hr max	0.02 mR/hr	合格
		Noise level measured in one meter envelop of the machine 機器周圍一公尺包絡線量測之噪音等級	70dB max	60.7~69.2 dB	合格
		Safety interlocks and fail-safe features 安全鎖定及失效安全防護裝置	Alarm 警報	確認	合格
18	Pre-delivery performance test 交運前性能測試	Inspection by witness 目視檢驗並附檢驗證明書及測試報告	Confirmation 確認	確認	合格

Performance test of the electron beam welder 機具性能測試	Confirmation of inspection from item one to item 17 確認檢查項次 1 至 17	確認	合格
Welding test : No defect of crack, incomplete fusion and incomplete penetration shall be allowed 焊接性能測試：不允許有任何裂縫、不完全熔合及熔入不足之缺陷	Inspection under 50X microscope 以 50 倍顯微鏡檢視	確認	合格
Welding test : Depth of penetration for the 304 stainless steel 焊深性能測試：304 不銹鋼焊深穿透測試	At least 10mm	22mm	合格
Leak tight test 氬氣測漏	helium leak tight < 1 $\times 10^{-7}$ cc/sec at room temperature and 1 atm 測漏標準為洩漏量小於 1 $\times 10^{-7}$ cc/sec，常溫及 1 大氣壓	4.24 $\times 10^{-9}$ ~ 5.725 $\times 10^{-9}$ cc/sec	合格
Demonstrate the beam deflection features of the deflection system 示範偏向系統之電子束偏向特性 Execute when buyer attend the witness 僅於買方參與見證時執行	Confirmation 確認	確認	合格

三、電子束焊接機檢測說明

1. 儀具總成

經檢視 CVE 公司依本院既設安裝地點之模擬安裝場地，確已完成全機安裝，並依契約要求完成如電子鎗(Electron beam gun)、工作艙(Working chamber)、光學及電視監視系統(Optical and TV viewing system)、真空抽氣系統(Vacuum pumping system)、焊縫蒐尋系統(Seam scanner system)、機器控制及電腦數值控制系統(Machine control & CNC system)及閉路水冷卻系統(Closed-circuit water cooling system)等主要裝置之組合。



電子束焊接機正視圖



電子束焊接機右側視圖

2. 標示

經檢視全機相關裝置及其所需標示皆以英文說明。

3. 加速電壓

3.1. 加速電壓調變範圍

截取電源控制箱之電子束加速電壓控制電路 經實際設定
60KV 及 150KV 設定電壓 記錄器顯示值亦相對有 60KV
及 150KV 之讀數 其電壓調變範圍為 0~150KV。

3.2. 工作電壓不穩定性

截取電源控制箱之電子束加速電壓控制電路 經實際反覆
設定 150KV 設定電壓 記錄器最大顯示值分別為

150.12KV、 150.02KV 及 150.05KV 等讀數。

最大偏差量 $150.12-150.02=0.1$

不穩定性 $(0.1/150)*100\%=0.067\%$

3.3.解析度

將電子束加速電壓控制器實際設定值與回饋值比對，分別設定 134.2KV、 134.8K 及 149.6KV，控制器顯示值讀數分別為 134.2KV、 134.8K 及 149.6KV，其控制器顯示值讀數之讀數解析度為 0.1KV。

3.4.重覆性

將電子束加速電壓控制器實際設定值與回饋值比對，分別設定 60KV、 80K 及 100KV，回饋值讀數分別為 60.05KV、 80.05 及 100.1KV。

偏差量 $60.05-60=0.05$

$80.05-80=0.05$

$100.1-100=0.1$

重覆性 $(0.05+0.05+0.1)/3=0.067KV$

4.電子束電流

4.1.電子束電流調變範圍

電子束電流調變範圍為 0~50mA。

4.2.電流精度

截取電源控制箱之電子束電流控制電路 經實際設 3.1mA
及 11mA 電子束電流，其監測偏差量為分別為 0.02mA 及
0.05mA。

高於 10mA 部份

偏差量為 0.05mA

偏差率 $(0.05/11)*100\%=0.455\%$

低於 10mA 部份

偏差量為 0.02mA

4.3.輸出功率範圍

電子束加速電壓調變範圍為 0~150KV，電子束電流調變範圍
為 0~50mA。故其輸出功率為：

加速電壓調變範圍為 0~150KV

電流調變範圍為 0~50mA

最大輸出功率 $=VA=150KV*50mA=7.5KW$

輸出功率範圍 0~7.5KW

4.4.重覆性

截取電源控制箱之電子束電流控制電路 經實際設 3.1mA
及 11mA 電子束電流，其監測偏差量為分別為 0.02mA 及
0.05mA。

高於 10mA 部份

偏差量為 0.05mA

偏差率 $(0.05/11)*100%=0.455\%$

低於 10mA 部份

偏差量為 0.02mA

偏差率 $(0.02/3.1)*100%=0.645\%$

4.5.解析度

將電子束電流控制器實際設定值與回饋值比對，分別設定
0.4mA、1.2mA 及 10.3mA，控制器顯示值讀數分別為
0.4mA、1.2mA 及 10.3mA，其控制器顯示值讀數之讀數解
析度為 0.1mA。

5. 聚焦

5.1. 重覆性

將電子束焦距控制器實際設定值與回饋值比對，重覆設定 670mA 三次，回饋值讀數分別為 670.6mA、671mA 及 669.8mA。

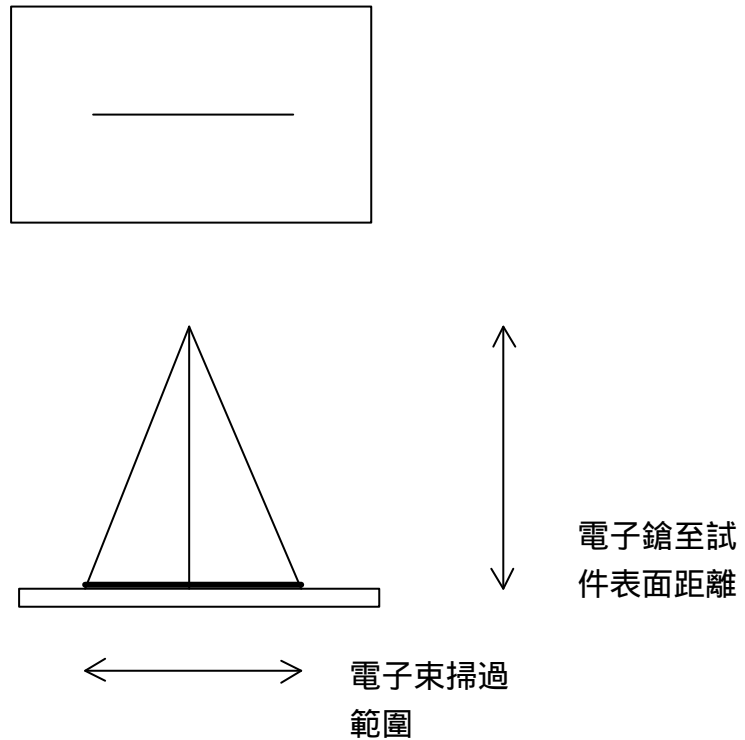
最大偏差量 $671 - 669.8 = 1.2\text{mA}$

重覆性 $(671 - 669.8) / 670 * 100\% = 0.179\%$

6. 函數產生器

6.1. 靜態偏向

以 304 不銹鋼板進行靜態偏向測試，設定固定焦距，利用電子束掃過範圍來計算其可偏向角度。



電子鎗至試件表面距離：680mm

電子束掃過範圍：100mm

$$\tan \theta = 50/680$$

$$\theta = \tan^{-1}(50/680) = 4.2^\circ$$

靜態偏向角度範圍： $\pm 4.2^\circ$

6.2.動態偏向

完成示範圖、橢圓、三角、正弦波、X及Y各軸向之動態偏向。

6.3.疊加偏向

疊加偏向可調整頻率範圍：0~9999 Hz

7.脈衝產生器

7.1.脈衝頻率

脈衝頻率可調整範圍：0~999 Hz

8.工作艙

8.1.工作艙內部尺寸：

以工程捲尺量測工作艙內部尺寸：

X 軸 - 1400mm

Y 軸 - 1000mm

Z 軸 - 1095mm



工作艙內部

9.工作台

9.1.可承受載重

以重 56LB 之負載 18 件置於工作台上,再設定進給距離及進給速率,檢視其運動狀態及其承載能力。

負載 $56\text{LB}\times 18=1008\text{LB}=457.6\text{Kg}$

分別依 X 軸向及 Y 軸向設定進給距離(mm)及進給速率(mm/min)

X 軸向

X600F1000

X-600F1000

X600F1000

Y 軸向

Y200F3000

Y-200F3000

Y200F3000

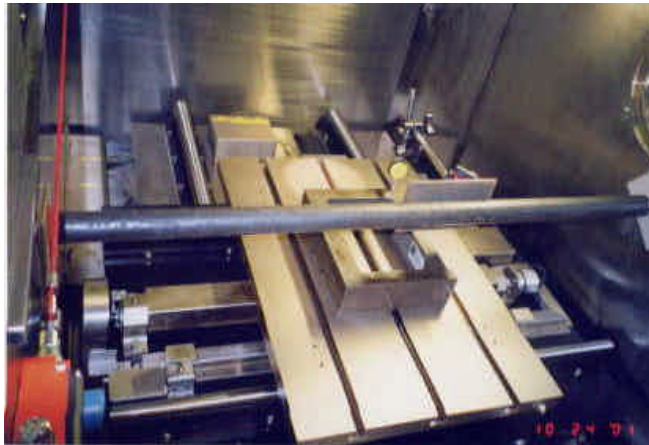
經實際設定工作台運動, X 軸向及 Y 軸向之進給狀態良好
具足夠承載能力。

9.2.平坦度

以平面樣規置於工作台上，使用槓桿量錶分別量測工作台上平面樣規 X 軸向及 Y 軸向之移動偏差量。

X 軸向於 610mm 之距離偏差量為 0.036~0.04mm

Y 軸向於 450mm 之距離偏差量為 0.014~0.028mm



工作台平坦度測試

10. 工作台支座

10.1. 定位精度

將槓桿量錶固定於工作台上，使工作台分別於 X 軸向及 Y 軸向運動，再返回觸及已歸零之槓桿量錶，以其回復至原始位置之偏差量平均值作為其定位精度。

分別依 X 軸向及 Y 軸向設定進給距離(mm)及進給速率(mm/min)

X 軸向

X100F300 X-100F300 偏差量=0.007mm

X100F300 X-100F300 偏差量=0.006mm

X100F300 X-100F300 偏差量=0.004mm

X 軸向偏差量平均值 $= (0.007+0.006+0.004)/3=0.0056\text{mm}$

Y 軸向

Y100F300 Y-100F300 偏差量=0.006mm

Y100F300 Y-100F300 偏差量=0.009mm

Y100F300 Y-100F300 偏差量=0.002mm

Y 軸向偏差量平均值 $= (0.006+0.009+0.002)/3=0.0056\text{mm}$

10.2.定位重覆性

將槓桿量錶固定於工作台上，使工作台分別於 X 軸向及 Y 軸向運動，再返回觸及已歸零之槓桿量錶，以其回復至原始位置之偏差量最大差值作為其定位重覆性。

分別依 X 軸向及 Y 軸向設定進給距離(mm)及進給速率(mm/min)

X 軸向

X100F300 X-100F300 偏差量=0.007mm

X100F300 X-100F300 偏差量=0.006mm

X100F300 X-100F300 偏差量=0.004mm

X 軸向偏差量最大差值=0.007-0.004=0.003mm

Y 軸向

Y100F300 Y-100F300 偏差量=0.006mm

Y100F300 Y-100F300 偏差量=0.009mm

Y100F300 Y-100F300 偏差量=0.002mm

Y 軸向偏差量最大差值=0.009-0.002=0.007mm



工作台定位精度測試

10.3.移動速度

分別依 X 軸向及 Y 軸向設定進給距離(mm)及進給速率(mm/min)，再以馬錶量測在設定進給速率下到達設定距離所需之時間，即可測試其速率是否可達到要求。

分別依 X 軸向及 Y 軸向設定進給距離(mm)及進給速率

(mm/min)

X 軸向

X60F60

設定時間=60/60(mm*min/mm)=1 min

馬錶計時=1 min

X300F3000

設定時間=300/3000(mm*min/mm)=0.1 min=6sec

馬錶計時=6sec

Y 軸向

Y60F60

設定時間=60/60(mm*min/mm)=1 min

馬錶計時=1 min

Y300F3000

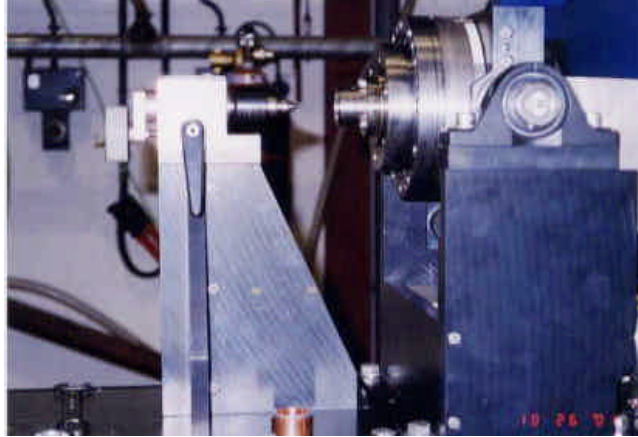
設定時間=300/3000(mm*min/mm)=0.1 min=6sec

馬錶計時=6sec

11. 旋轉裝置

11.1. 傾斜範圍

旋轉裝置之傾斜角度為數值控制，確認可於 0~90°之範圍內調整。



傾斜裝置與尾座

11.2.傾斜讀數解析度

旋轉裝置之傾斜角度為數值控制，確認其解析度為 0.01°。

11.3.定位精度重覆性

將槓桿量錶固定置於工作台上，使旋轉裝置之旋轉軸運動，槓桿觸及轉軸並歸零，於數值控制器中輸入指令使轉軸轉動至指定角度再令其回轉至轉動原點，槓桿量錶度量其偏差弧弦，再以其觸點之半徑換算角度定位重覆性。

旋轉軸

偏差弧弦平均值= $(0.03+0.05+0.07)/3=0.05\text{mm}$

觸點半徑=100mm

偏差度= $(0.05/100)*360/2 =0.029^\circ$

傾斜軸

偏差弧弦平均值= $(0.014+0.012+0.016)/3=0.014\text{mm}$

觸點半徑=26mm

偏差度= $(0.014/26)*360/2 =0.031^\circ$



傾斜裝置定位精度測試

11.4.速度範圍

旋轉裝置之轉速以轉速計量測，確認可調整速度範圍為

0~60rpm。



旋轉裝置轉速測試

11.5.速度增量

旋轉裝置之轉速以轉速計量測，確認可調整速度增量為
1rpm。

11.6.夾持直徑

旋轉裝置之夾持範圍以卡尺量測，確認可調整夾持範圍
為 0~100mm。

11.7.以尾座之夾持長度

旋轉裝置之夾頭至尾座頂心之距離，以工程捲尺量測為
411mm。

11.8.連續旋轉範圍

旋轉裝置可連續 360 °順暢旋轉，將圓桿夾持於夾頭與尾座頂心之間，圓桿試件兩端之同心度以量錶量測，同心度量測值於 0.006~0.01mm 範圍。

11.9.可允許負荷

旋轉裝置加以 54 Kg 負載仍可維持 50rpm 轉速且連續順暢旋轉。

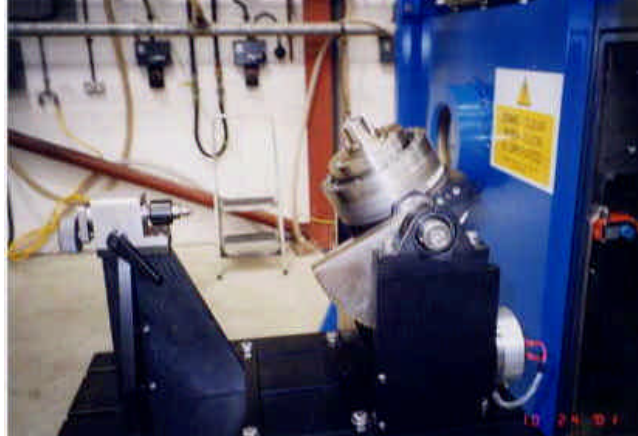
12.傾斜裝置

12.1.確動機械鎖定裝置

確認旋轉裝置之傾斜角度分別於 0 °、30 °、45 °、60 °及 90 °具機械鎖定裝置。

12.2.最大工件直徑(有效使用空間)

手動旋轉裝置及數值控制旋轉裝置距工作台面距離分別為 205mm 及 300mm，故有效使用空間(最大工間直徑)分別為 410mm 及 600mm。



傾斜裝置



手動傾斜裝置

13. 電視及光學監視系統

13.1. 電視監視系統之放大倍率

電視監視系統之放大倍率最大可達 45 倍，畫面解析度清晰。

13.2.光學監視系統之放大倍率

光學監視系統之放大倍率為 3~15 倍，接目鏡為不同倍率可拆解置換式，影像解析度清晰。



電視及光學監視系統

14.工作艙真空系統

14.1.抽氣至真空待機狀態壓力

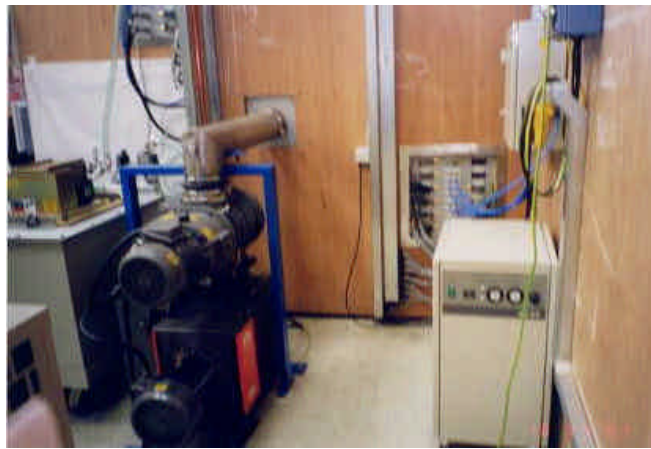
電子束焊接機自啟動到抽氣至真空待機狀態(真空壓力 5×10^{-4} mbar)以馬錶計時需時共 6 分 51 秒。

14.2.初始壓力小於 5×10^{-5} torr，經 10 小時後之壓力提升率

電子束焊接機抽氣至真空壓力 5×10^{-5} mbar(3.75×10^{-5} torr)，關閉所有抽氣幫浦，經 3 小時之排氣效應(out gassing effect)穩定後，以工作艙之穩定真空壓力 $1.8 \times$

10^{-3} mbar(1.35×10^{-3} torr)作為計算起始壓力，機具維持同樣狀態下保持 10 小時，最終工作艙真空壓力為 4.5×10^{-2} mbar(3.375×10^{-2} torr)。

壓力提升率= $(3.375 \times 10^{-2}$ torr - 1.35×10^{-3} torr)/10Hr= 3.24×10^{-3} torr/Hr



機械幫浦及魯氏幫浦



工作艙擴散幫浦

15.電子束產生部真空系統

15.1.電子束產生部可單獨抽氣壓力

電子束產生部具獨立的初級機械幫浦及高真空用的分子幫浦，可單獨抽氣至真空壓力為 3.62×10^{-6} mbar(2.715×10^{-6} torr)。



電子鎗機械幫浦

16.焊縫蒐尋系統

16.1.真空可操作條件

焊縫蒐尋系統在電子束產生部抽氣至真空壓力為 3.26×10^{-6} mbar(2.445×10^{-6} torr)，工作艙抽氣至真空壓力為 1.14×10^{-4} mbar(8.55×10^{-5} torr)，於此真空條件下可正常操作。

16.2.重覆性

先用電視監視系統以目視方式蒐尋焊縫，並尋求其焊縫正確座標位置，再以焊縫蒐尋系統蒐尋焊縫位置，並獲得相對之焊縫座標位置，並比較其誤差量，於相同試件上以同樣步驟重覆蒐尋三次不同位置之焊縫，三次之最大偏差值為此系統之重覆性。

焊縫真實位置(mm)	系統蒐尋位置(mm)	誤差量
220.125	220.185	006
220.101	220.182	0.081
220.131	220.170	0.039
最大偏差量=0.081-0.039=0.042mm		

16.3.蒐尋精度

先以電視監視系統以目視方式蒐尋焊縫，並尋求其焊縫正確座標位置，再以焊縫蒐尋系統蒐尋焊縫位置，並獲得相對之焊縫座標位置，並比較其誤差為量，於相同試件上以同樣步驟重覆蒐尋三次不同位置之焊縫，三次之誤差量平均值為其蒐尋精度。

焊縫真實位置(mm)	系統蒐尋位置(mm)	誤差量
------------	------------	-----

(mm)

220.125	220.185	006
220.101	220.182	0.081
220.131	220.170	0.039

平均值 $= (0.06+0.081+0.039)/3=0.06\text{mm}$

17.安全事項

17.1.X 光輻射劑量

於設定電子束加速電壓及電流條件下，以 X 光檢測計量測電子束焊接機之電子束產生部、工作艙周圍、接縫、艙門及視窗等處之 X 光輻射洩漏劑量。工作艙結構為 35mm 不銹鋼板、夾層 7mm 鉛板及外封噴漆鋼製面板，視窗為雙層 12mm 之鉛玻璃。

工作條件 150KV/2mA 最大 X 光洩漏量測劑量為
0.1 $\mu\text{Sv}/\text{Hr}$ (0.01mR/Hr)

工作條件 150KV/50mA 最大 X 光洩漏量測劑量為
0.2 $\mu\text{Sv}/\text{Hr}$ (0.02mR/Hr)

17.2. 機器周圍一公尺包絡線量測之噪音等級

於電子束焊接機運轉狀態下，量測機器周圍一公尺包絡線之噪音等級，以噪音計量測全機周圍，各點量測值分佈如下：64.4dB、65.5dB、60.7dB、68.3dB、65.3dB、67.8dB、69.2dB 及 64.3dB，噪音量符合要求等級。

17.3. 安全鎖定及失效安全防護裝置

電子束焊接機安全防護裝置具有高電壓切斷、工作艙門開啟、高壓電纜短路、工作艙內壓力失常、高電壓供應器電流過大、真空幫浦系統停機、擴散幫浦油未在適當溫度、氣壓不足、冷卻水不足、擴散幫浦背壓不足、燈絲失效等監控畫面。

18. 交運前性能測試

18.1. 目視檢驗並附檢驗證明書及測試報告

全機目視檢驗合格並具檢驗證明書及測試結果報告。

18.2. 機具性能測試

確認完成項次 1 至項次 17 之檢查項目，各項目均合格。

18.3. 焊接性能測試

焊接件焊縫表面經以 50 顯微鏡檢視無裂縫、不完全熔合及熔入不足之現象。



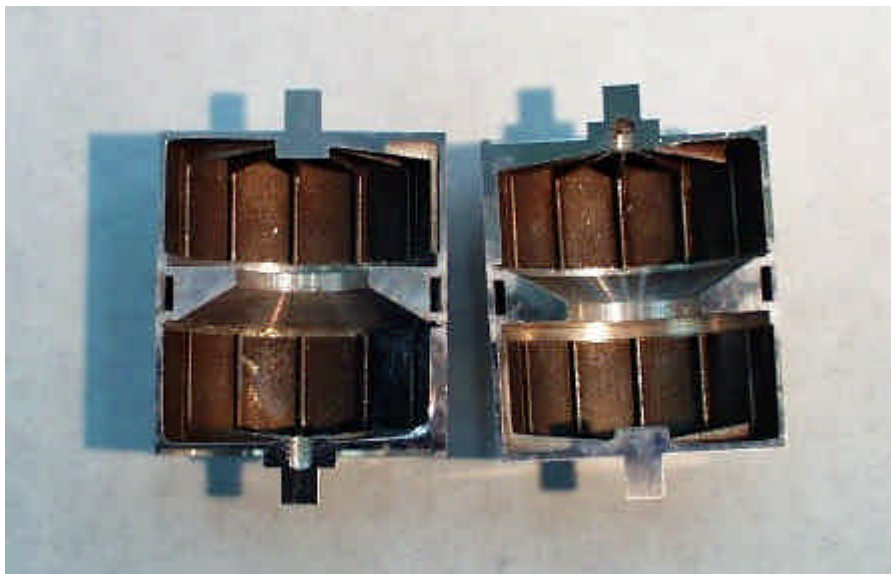
焊接試件組合前後圖



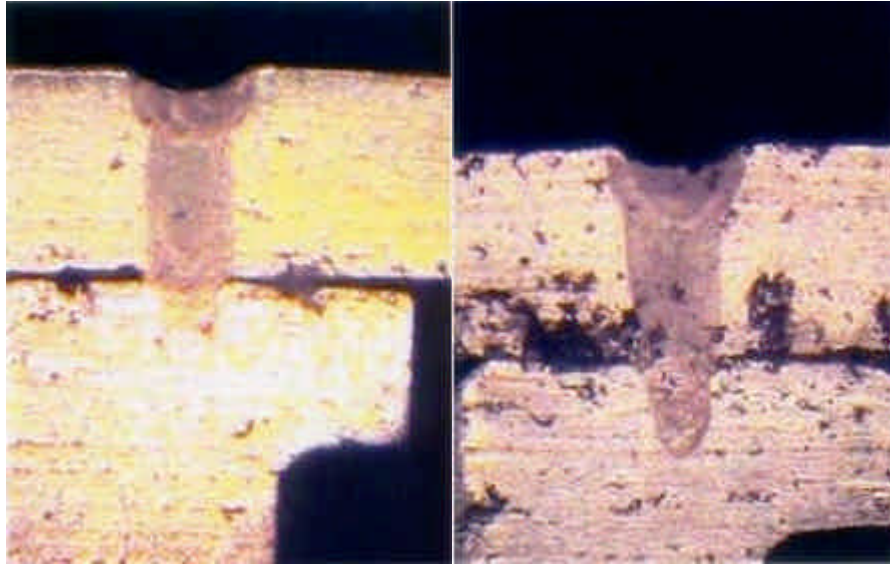
焊接試件焊道



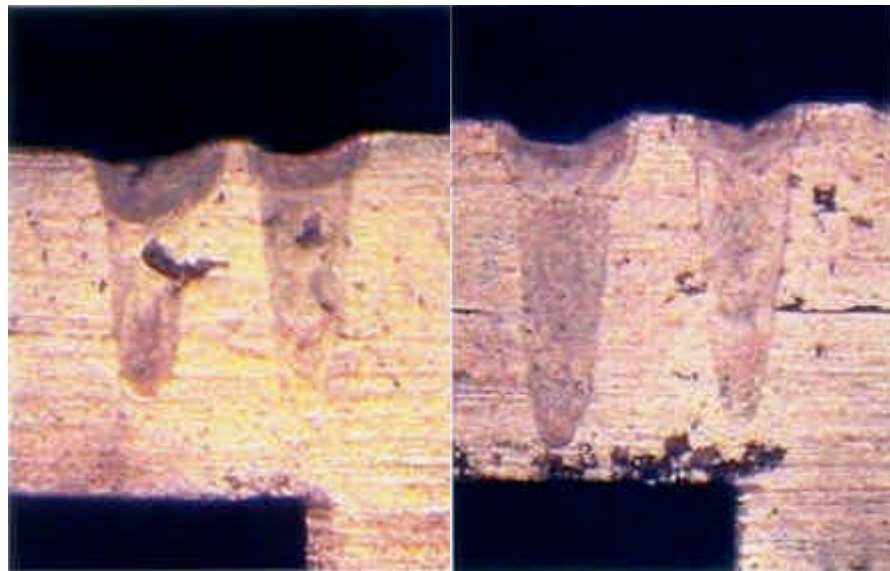
焊道放大圖



焊接件解剖圖



搭接焊道剖面圖



對接焊道剖面圖

18.4. 焊深性能測試

以 304 不銹鋼板進行焊深穿透測試，焊深可達 22mm。



不銹鋼焊深圖

18.5. 氦氣測漏

焊接試件經焊接後以氦氣測漏機檢試其焊道之洩漏量，
其測漏結果說明如下：

CVE 測試值： $2.4 \times 10^{-9} \sim 4.5 \times 10^{-9}$ mbarl/sec ($2.369 \times 10^{-9} \sim 4.44 \times 10^{-9}$ cc/sec)

本院測試值： $4.3 \times 10^{-9} \sim 5.8 \times 10^{-9}$ mbarl/sec ($4.24 \times 10^{-9} \sim 5.725 \times 10^{-9}$ cc/sec)



試焊件氦氣測漏

18.6.示範偏向系統之電子束偏向特性

完成示範圓、橢圓、三角、正弦波、X 及 Y 各軸向之動態偏向及靜態與動態之疊加偏向特性。

測試儀器清單

儀器名稱	廠牌型號	用途
槓桿量錶	DTI Mitutoyo	測試 X-Y 工作台定位精度、平坦度
精密塊規	Precision reference square	測試 X-Y 工作台平坦度
真空計	Edwards 1005 Controller PWS Pirani PRM10 Penning CPZ 5PK	監測真空系統之真空壓力
氦氣測漏機	Edwards spectron 300E portable leak detector	真空系統之測漏
電壓電流計	Avometer Model 8 MK1V	電性測試
數位電錶	Thandar TM451 digital multimeter	電性測試
輻射偵檢計	Type 900 mini monitor X- ray tester	監測 X-光輻射劑量
示波器	Fluke 105 scopemeter	記錄各控制電路板之波形 及電子信號調整
馬錶	Hand held stop watch	記錄時間
法拉第杯	Faraday cup assembly	監測電子束實際輸入功率
噪音計	D1422C Digital impulse sound level meter D1411E Acoustic calibrator Type 2	量測噪音量
記錄器	Field Monitor Plotter Dash II	記錄測試結果
荷重負載	標準重量砝碼	檢測工作台及旋轉裝置可 承受負荷

參、效益分析

一、驗證機具性能

前往電子束焊接機原製造廠 CVE 公司以進行交運前性能測試，並檢試規格要求功能及特性，分別就機械結構、工作艙、加工平台精度、電子鎗、真空系統、冷卻水系統、電子裝置、控制系統、電路連線、光學及電視監視系統與焊縫蒐尋系統、應用軟體與電腦數值控制器等裝置實施檢試、功能測試與實際運轉操作觀摩。

透過電子束焊接機各裝置組成之測試，以能確實驗證其機器功能是否符合需求並滿足契約規格，同時藉實際焊接試件以執行整合測試與功能示範，期能使機器完成工程設計及裝機後性能獲得最直接的驗證，以減少日後在國內組裝和最終接收測試可能發生之異狀，同時縮短問題處理之時程，並得以最快速加入研發及產製行列，使能有效擴展研發領域及提高生產能量。

藉前往原廠進行電子束焊接機交運前性能測試，除可有效掌握新購機具之性能，可驗證各系統規格與契約規格之相符程度，進一步獲得各裝置及功能之重覆性及相關重要加工設定參數與觀摩原廠技師之焊接技術外，同時透過技術交流

可擷取電子束焊接應用在各領域之相關資訊，以因應日趨廣泛的計畫需求。

二、完備而嚴謹的系統工程

前往 CVE 工廠參與性能測試，其組裝工廠即已根據本院提供裝機位置之尺寸以木心板釘置相同之裝機環境，作為模擬實際裝機條件，並預先完成相關高低電源電纜線、壓縮氣管路、外接氣源管路與冷卻水管路等管線之佈線、管線槽設置及各相應控制開關箱定位。

由 CVE 事前的準備即可明瞭，CVE 公司在整體系統工程上之努力，除在生產排程與稽查上可充分掌握進度外，更在作業流程上盡力使設計、零組件製造、組裝、測試、偵錯及改善等各階段之品質達到盡善盡美，完整逐一的檢試，以有效減少各方面可能遭遇之困難並預先防範。

CVE 公司確實而積極地瞭解客戶之需求，提供全程服務；如此，對外不僅可提高客戶之滿意度，對內更可使製造廠商降低人力、時程及物料等作業成本，減少額外誤差及失敗率，更可大幅縮減不可預期之變異；完備、條理化、井然有序地安排與佈置，更易於掌握全般狀況，此點確實為本院研發或製程管制所應當效法之處。

三、提升工程設計經驗

在 CVE 公司參訪過程中所觀察，有關舊設備之翻修，不論為該公司自有產品或客戶委託之其他廠牌之電子束焊接機及高溫真空爐設備，CVE 人員皆很盡心地解決客戶所遭遇困難，無論是舊機維修、性能提升、備用零件或是售後服務等，CVE 均一視同仁地提供最完善的服務，也因此深深地感受到 CVE 人員的自豪及其客戶對該公司的信賴與支持。

根據 CVE 人員表示，憑藉維修不同廠牌之設備，不但可拓展潛在市場，提振公司專業形象，增加客戶之信賴，同時亦可提升本身的之研製、生產能力，因為透過維修同業的產品，是一種最廉價的學習途徑，最快速的獲得技術突破，除了可擷取他廠牌之設計精華作為提升自己的能力外，亦可確實掌握同業之設計缺陷，截長補短之策略，無非是一爭取訂單並足以克敵致勝的最佳法寶。

本院目前亦同樣面對世界各國國防科技的競爭，為縮短各式武器研發週期，降低人力、物力成本，並使本院產品更具競爭力，獲取他國之科技精華，最快速的方式，應是透過與三軍的合作，藉維修各式外購武器，從中學習他國

之優異所在，並不斷累積經驗及其設計理念，相信對提升本院產品品質及形象有莫大的幫助。

肆、國外工作日程表

項次	日期	地點	交往接觸人士及機關 (外文名及譯名)				洽談內容紀要	備考
			姓名	國籍	性別	地址		
1	90.10.23 (二)	倫敦					搭機前往英國	去程
2	90.10.24 (三)	劍橋	David Canessa	英國	男	CVE 公司	進行機械結構、平台精度、電子鎗、真空、冷卻系統等整合檢試及操作觀摩	
3	90.10.25 (四)	劍橋	Paul Plumb	英國	男	CVE 公司	電子束焊接機電子裝置、控制系統及電子電路連線及整合檢試	
4	90.10.26 (五)	劍橋	Paul Plumb	英國	男	CVE 公司	光學及監視系統、焊縫蒐尋系統檢試、應用軟體及數值控制器整合測試	
5	90.10.27 (六)	劍橋					資料整理	
6	90.10.28 (日)	劍橋					資料整理	
7	90.10.29 (一)	劍橋	Paul Plumb	英國	男	CVE 公司	進行實際工件試焊及運轉操作以驗證其功能、加工精度和其重覆性確認	
8	90.10.30 (二)	劍橋	Paul Plumb	英國	男	CVE 公司	焊深試驗、偏向系統示範及焊道顯微檢視與技術研討。	
9	90.10.31 (三)	倫敦					自英國搭機返國	回程
10	90.11.01 (四)	台北						回程

伍、社交活動

本次前往英國 CVE 公司參與電子束焊接機交運前性能測試，於 CVE 公司參訪期間，因參訪天數有限，而測試項目眾多且排程緊湊，參訪期間均專注於檢試各項機具性能，同時 CVE 公司人員並全程執行所有檢試項目，測試過程按部就班逐一完成，為感謝 CVE 工程人員細心安排相關工作，領隊王功發先生並代表將國內 921 地震賑災紀念品贈與相關人員以示謝忱。

陸、建議事項

一、與國外建立技術交流之合作模式

經與國外原製造廠直接進行工程及技術之研討，無論其工程設計、零組件加工製作、組裝、測試、偵錯、改善措施及售後服務等作業均非常條理而脈絡可循，其系統工程之完備確為我方所不及，本院過去在高科技研發的努力亦有所成，然因國外科技進步的速度早已超越我們的認知，因此透過技術的交流確可縮短研發的週期，降低失誤的風險，繼而能突破現有瓶頸，因此唯有多方接觸新的資訊及新的思維，才不致淪為閉門造車而孤芳自賞的窘境。

二、全面提升顧客滿意度

在 CVE 參與性能測試過程，CVE 工程人員每每完成一測試項目或任一作業，總不厭其煩的詢問我方人員，是否滿意其作業條件或結果，因此整個測試排程在 CVE 細心安排下得以最短時間下完成各項繁複檢試，也深刻感受到外國廠商對客戶滿意度的重視。早一步為客戶著想，並為客戶解決所有介面之隔閡，是獲取客戶信賴與支持之最有效方式。

過去本院無論在內部各單位間或是面對各軍種委託案等，最常忽略的即為顧客之滿意度，凡事以便宜行事，因此常造成壁壘分明，而往往導致雙方關係建立在極薄弱的合作基礎上，彼此間各行其是而終究無法解決任務之瓶頸。為使中科院具備永續經營的籌碼，首先即應建立重視顧客滿意度之觀念，並融入任何階層及各種作業，如此才可使中科院這巨龍得以生氣活潑昂首闊步。

柒、附件

CVE 公司提供之公司簡介及型錄。