

封面格式

中華民國九十二年九月十四日

(商務飛機引擎葉片關鍵技術開發國外公差報告)

服務機關：中山科學研究院

第一研究所

出國人職稱：聘用技士、技術員

姓名：許能專、黃祈榮

出國地區：德國

出國期間：92.08.02-92.08.14

報告日期：92.09.25

I7 / C09204564

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

CSIPW-92F-E0010

# 國外公差報告

中山科學研究院

國外公差心得報告

批		示			
<div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">                     中山科學研究院 院長 宋大偉 11/11 11/20                 </div>					
公差年度	九十二	所屬單位 各級主管	計品會	政戰部	企劃處
單位	一品保組				本案請將資料上傳行政院研考會網站，並將報告裝訂五份紙本後送本處技術推廣組三份，一份紙本及電子檔（自行上圖書館網站）工作報告資訊網，進C.O.C系統上載留存。送本處科資組，另紙本一份送計品會研析。
級職	技術員 聘用技士	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                         第一研究所 所長 傅鶴齡 1034                     </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                         計品會 主任委員 黃明揚 1031                     </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                         政治作戰部 副主任 陳浩怡 1102                     </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                         企劃處 主任委員 陳德和 1107                     </div>
姓名	黃祈榮 許能專 3247	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                         第一研究所 所長 管志宏 1030                     </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                         計品會 主任委員 林正光 1030                     </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                         政治作戰部 主任委員 劉智禎 1101                     </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">                         企劃處 主任委員 蔣雅倫 1101                     </div>

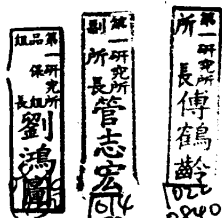
案內資料已完成資料審查，未涉保密範圍。  
 本案已達成原訂出國公差任務。所習渦輪葉片量測技術對本院渦輪引擎製造品保能量之提昇具關鍵性助益。

927471



## 國外進修(公差)人員返國報告主官(管)審查意見表

1. 為配合經濟部科專案-商務飛機關鍵技術與系統開發計畫之航空葉片關鍵技術開發，需瞭解與學習引擎葉片量測最新檢測方法、設備與軟體運用之相關技術，同時依採購案號：BW92137P 合約要求，派本院聘用技士許能專與技術員黃祈榮赴德國 Zeiss 公司，學習 PCM 參數控制模組應用、葉形自動量測程式之相關功能與實務操作訓練，瞭解葉片量測相關技術及葉片量測問題處理。同時蒐集、觀摩相關資訊，以提升引擎葉片之量測檢驗能力。
2. 此次公差人員所研習的葉片量測技術與方法甚為寶貴，該量測技術目前在德國一直是重點研發項目，在國內正值葉片研發製造技術急需突破與升級之際，葉片之檢測技術適時地導入，不僅對量測專業技術能量的提昇大有幫助，對產業製造實務與製程能量精進的更形重要。如量測標準值建立、量測偏差管理、已知曲面量測、二維最佳化、三維量測之最新運用技術與量測資料管理、數位化未知曲面等相關領域之技術，對引擎葉片之設計專業、檢測人員乃至於製造工程，均有精簡時程、提昇精度之具體功能。
3. 綜觀此二員訓練期間，藉由學習、研討、實地操作與問題檢討所得之報告內容，其成效能滿足奉派出國之工作目的。



依本院 85.11.25(85) 蓮菁字 15378 號令，返國報告上呈時應附主官評審意見

# 報 告 資 料 頁

報告編號：  CSIPW-92F-E0010	2.出國類別： 實習	3.完成日期： 92.9.25	4.總頁數：35
5.報告名稱：商務飛機引擎葉片關鍵技術開發國外公差報告			
6.核准 文號	人令文號 <hr/> 部令文號	和程字第 0920005269 號	
7.經 費		新台幣：234,071 元	
8.出(返)國日期		92.08.02 至 92.08.14	
9.公差地點		德國	
10.公差機構		中山科學研究院第一研究所	
11.附 記			

系統識別號:C09204564

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 35 含附件: 否

報告名稱:

商務飛機引擎葉片關鍵技術開發國外公差報告

主辦機關:

國防部中山科學研究院

聯絡人/電話:

/

出國人員:

許能專	國防部中山科學研究院	聘用技士
黃祈榮	國防部中山科學研究院	技術員

出國類別: 實習

出國地區: 西德

出國期間: 民國 92 年 08 月 02 日 - 民國 92 年 08 月 14 日

報告日期: 民國 92 年 09 月 25 日

分類號/目: I7/太空科學 H2/航空

關鍵詞: PCM、葉型量測

內容摘要: 為配合濟部科專案-商務飛機關鍵技術與系統開發計畫工作之需要，奉派至德Zeiss公司，學習PCM參數控制模組應用、葉形自動量測程式之相關量測技術與實務操作，瞭解葉片量測相關技術及葉片量測問題處理，提供商務飛機關鍵技術與系統開發計畫之航空葉片檢驗量測需求。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

## 商務飛機引擎葉片關鍵技術開發國外公差報告

## 目錄

摘要 .....	6
壹、出國目的及緣由 .....	8
1.1 目的 .....	8
1.2 緣由 .....	8
1.3 工作目標 .....	9
1.4 行程安排 .....	9
貳、公差心得 .....	11
2.1. 量測基礎設備與基準需求 .....	11
2.2. PCM 參數控制模組基本功能介紹 .....	15
2.3. PCM 參數控制模組應用 .....	16
2.4. 葉形自動量測基本功能介紹 .....	16
2.5. 葉形自動量測程式應用 .....	16
2.6. 葉形量測問題排解與討論 .....	28
參、效益分析 .....	29
肆、國外工作日程表 .....	31
伍、社交活動 .....	32
陸、建議事項 .....	34



## 摘要

為配合經濟部科專案-商務飛機關鍵技術與系統開發計畫之航空葉片關鍵技術開發要求，需瞭解與學習引擎葉片量測相關檢測技術、方法及設備與軟體綜合運用之相關技術，派本院聘用技士許能專與技術員黃祈榮赴德國 Zeiss 公司，學習 PCM (Parameter Control Module) 參數控制模組應用、葉形自動量測程式之相關功能與實務操作訓練，瞭解葉片量測相關技術及葉片量測問題處理，以提升引擎葉片之量測檢驗能力。

此次公差人員所研習的葉片量測技術與方法在現今相關產業發展與應用上甚為寶貴，該量測技術目前在德國以及先進國家均視為一重點研發項目，對於引擎葉片研發製造而言，不僅對量測專業技術能量大有提昇，更將是製造業者製程解析與能量精進的重要工具。如量測標準值建立、量測偏差管理、已知曲面量測、二維最佳化、三維量測之最新運用技術與量測資料管理、數位化未知曲面等相關領域之技術，對引擎葉片之設計專業、檢測人員乃至於製造工程，均有縮短量測檢驗時程、提昇量測精度、簡化後段量測工時與標準化檢測水準之具體功能，對於商務飛機關鍵技術與系統開發計畫之航空葉片關鍵技術開發與引擎葉型量測與檢驗均有很大助益。

在學習過程中，除了瞭解 PCM (Parameter Control Module) 參數控制模組、葉形自動量測之基本功能外，並實施 PCM (Parameter Control Module) 參數控制模組、葉型自動量測之應用操作及葉型量測問題之排解與相關技術進行討論，藉由與專業量測研討與互動，可將目前可能面對的量測問題得到進一步解析與處理。

PCM (Parameter Control Module) 參數控制模組為德國 Zeiss 公司所發展之量測軟體模組，其功能在於將量測基準與量測參數蒐集、整理、整合與分析成不同預設之模式，再將各不同模式藉由 Zeiss 內建於三次元量床(CMM)之資料技術處理平台，轉化成不同模組，量測人員可藉由已規劃並處理過之模組進行量測，不但可使量測形式標準化，量測人員僅需調整必要之參數即可縮短相類似工件檢測時程。

葉形自動量測程式為針對本(商務飛機關鍵技術與系統開發)計畫之航空葉片關鍵技術開發之引擎葉片量測所設計，其目的在於快速精準地檢測引擎二維及三維幾何曲線、曲面與葉形面幾何尺寸，並可進行參數比對與核判。

藉由此次研習而獲得了適用於商務飛機關鍵技術與系統開發計畫之航空葉片關鍵技術開發之量測技術與方法，並進行了實際運用與問題之討論，將對後續本所引擎研發製造以及航空葉片關鍵技術開發之檢測能量擴充與量測技術有實質之助益。

## 壹、出國目的及緣由

### 1.1 目的

為執行經濟部「商務飛機關鍵技術與系統開發計畫」，需瞭解與學習引擎葉片量測最新檢測方法、設備與軟體運用之相關技術，同時依採購案號：BW92137P 合約要求，需派員赴德國 Zeiss 公司，與國外專家學習 PCM 參數控制模組應用、葉形自動量測程式之相關功能與實務操作訓練，瞭解葉片量測問題排解及相關技術，如量測標準值、量測偏差、已知曲面量測、二維最佳化、三維量測之最新運用技術與量測資料管理、數位化未知曲面等相關領域之最新技術。

### 1.2 緣由

配合經濟部「商務飛機關鍵技術與系統開發計畫」案之執行，本所擬建立引擎葉片量測能量，以執行引擎葉片量測，供設計分析與製造研改參考，同時欲推廣相關能量至葉片製造相關產業以提昇國內整體航空葉片之產製技術，而編列經費派遣本院聘用技士許能專與技術員黃祈榮等二員，赴德國斯圖加特(Stuttgart)附近之 Zeiss 公司 Oberkochen 廠，學習及研討上述相關技術與方法，以提供「商務飛機關鍵技術與系統開發計畫」相關技術精進與能量建立之用。

### 1.3 工作目標

藉由觀摩、學習與研討目前世界最新葉片量測技術與方法，以配合推動「商務飛機關鍵技術與系統開發計畫」之遂行，並做為未來能量擴建之基礎。

### 1.4 行程安排

本次出國成員共有聘用技士許能專與技術員黃祈榮等二員。

姓名		許能專、黃祈榮		工作項目
日期	星期	公差地點	國名城鎮	
920802	六			旅程
920803	日	德國	Stuttgart	旅程
920804	一	德國	Oberkochen	1.09:00 抵達 Zeiss 公司。 2. KUM 概論介紹。 3. PCM 基本功能介紹。 4. PCM 管理功能學習。
920805	二	德國	Oberkochen	1.學習量測標準值之建立。 2.量測標準值轉換操作。 3.葉型自動量測程式功能介紹。
920806	三	德國	Oberkochen	1.學習標準值量測應用。 2.學習資料輸入輸出管理。 3.練習 PCM 參數控制模組應用操作。
920807	四	德國	Oberkochen	1.學習量測已知曲面的量測。 2.標準值編修、標準值掃描練習。 3.葉型自動量測程式應用操作。

中山科學研究院出國人員工作計畫表(續)

日期	星期	公差地點		工作項目
		國名	國名	
920808	五	德國	Oberkochen	1.學習量測偏差值計算。 2.量測偏差值輸出練習。 3.學習數位化未知曲面。 4.標準值編輯練習。
920809	六	德國	Oberkochen	綜整訓練資料。
9208010	日	德國	Oberkochen	綜整訓練資料。
920811	一	德國	Oberkochen	1.學習量測二維最佳化。 2.學習三維曲線量測。 3.PCM 參數控制模組應用操作訓練。
920812	二	德國	Oberkochen	1.學習量測資料備份方法。 2.網路資料連結練習。 3.葉形自動量測程式相關問題研討。 4. PCM 運用相關問題研討。 5.量測問題研討與排除方法討論。
920813	三	德國	Stuttgart	行程-自德國搭機
920814	四			搭機返國行程

## 貳、公差心得

### 2.1.量測基礎設備與基準需求

由於渦輪葉片量測與應用，大多數生產葉片的公司態度都極為保守，不但不會公開這方面的研究成果，也把這方面的量測技術當成公司的重要資產予以保護。葉片的生產和量測，一直被認為是一項高附加價值的一項技術，而葉片量測之所以困難在於曲面的複雜度與隨著旋轉角度不同的三維立體變化，因此量測需求與設備自然與傳統量測會有不同需求，因此除了具備符合量測精度要求之三次元量床(CMM)，它能執行一般補正、動態補正(連續補正非一點點補正)、溫度補正(工件、機構本身)等功能外，尚需配合包括：

- A.轉盤：渦輪葉片量測精度是一大重點，由於空間很小，有第四軸之稱的轉盤是絕對必要的，它可隨著工件不同的三維立體變化以因應配合旋轉到最佳之角度，以便配合量測，如圖 2.1.1。

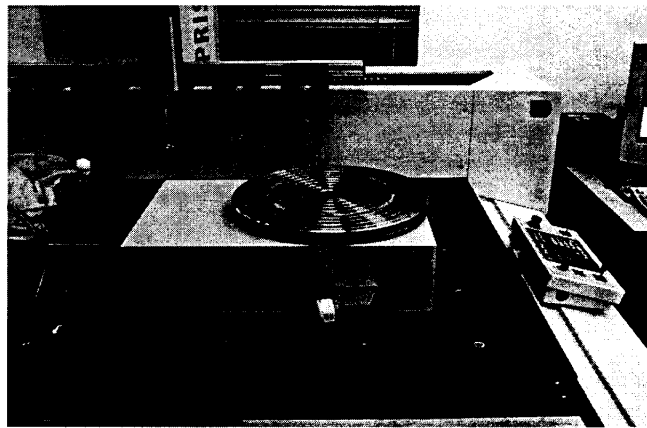
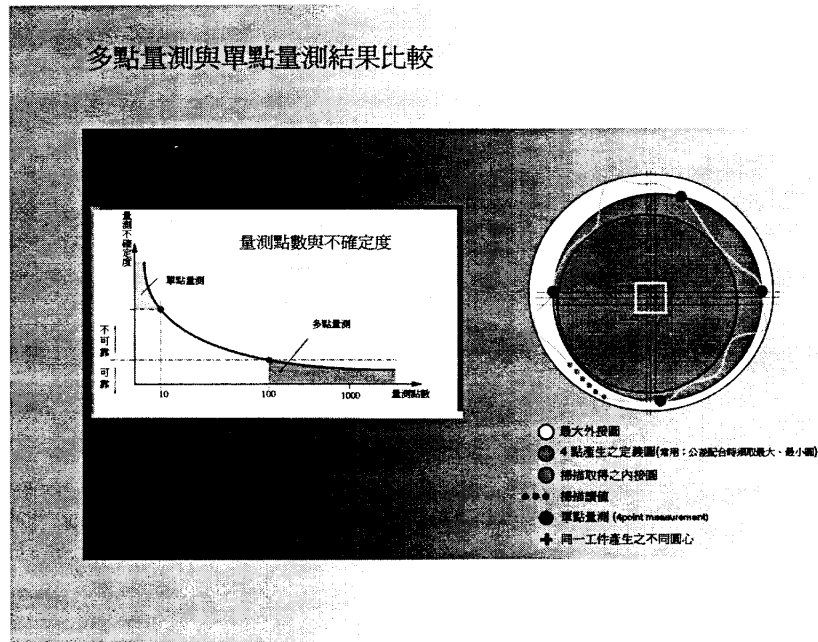


圖 2.1.1 轉盤

B.掃瞄式探頭：單點量測方式已經無法滿足葉片量測需求，因其無法有效正確取得足夠數量之點數供判讀，相關說明如圖：2.1.2(Zeiss 公司資料)，顯示某一圓之多點量測與單點量測之比較，其中指出量測點數至少在 100 點以上時，其量測值才是可靠的，因此掃瞄式探頭是必備的。



圖：2.1.2 圓之多點量測與單點量測之比較

同時探頭還要具備下列功能：

- a. 能克服溫度、振動、灰塵之干擾。
- b. 掃描時同時取得大小、位置、形狀等資料。
- c. 取點 200/sec 點以上。
- d. 操作容易。
- e. 簡化定位校正與調整作業。
- f. 必要時可配合現場操作使用。

C.特殊測針組：包含量測測針需求項目及種類如下：

- a.連接器(接頭)，含可調整角度接頭與固定接頭。
- b.延長桿長度、直徑(配合葉片量測適用之特定需求)。
- c.吸盤座。
- d.更換座(更換用之套頭)。

說明如圖 2.1.3。

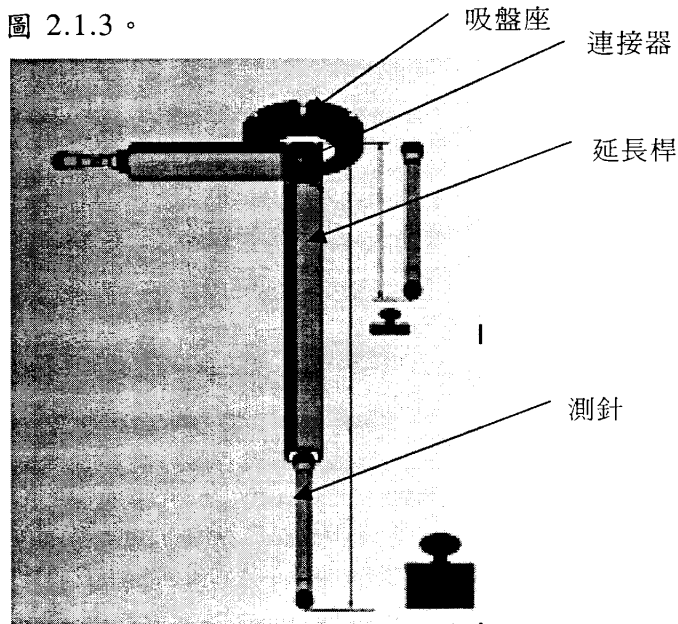


圖 2.1.3 測針組結構說明

D.挾持裝置：本次量測之葉片共計兩種型態，分別為 Fan R1 與 Blade 所使用，為使：

- a.工件可以固定，避免於量測之過程中使工件基準點產生易動，而影量測結果。
- b.夾具挾持狀況能符合量測需求。
- c.工件與挾持裝置、測頭、轉盤、三次元量床之座標系可統連結操作，可滿足量測上的需求。
- d.基於藍圖基準軸線規劃需求，工件夾具可滿足規格。



分別引用兩種不同之挾持機構，如圖 2.1.4 及圖 2.1.6 所示，  
圖 2.1.5 為工件實際夾挾持情形。

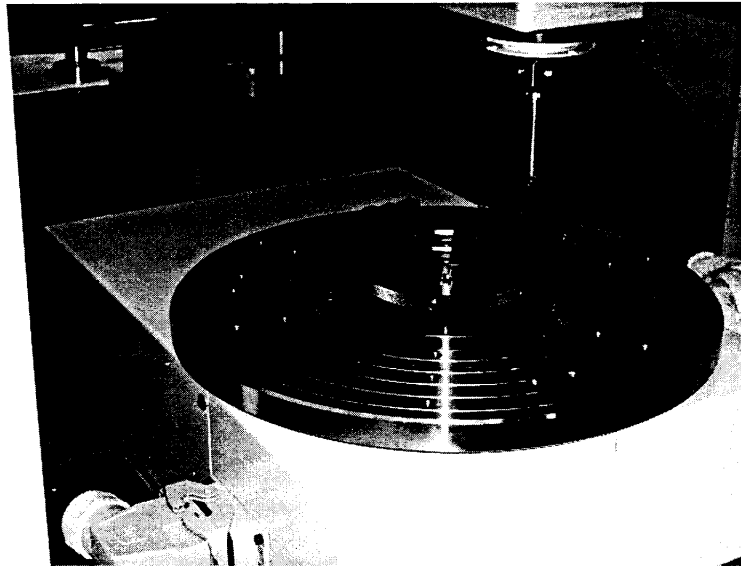


圖 2.1.4 適用於 Fan R1 之挾持裝置

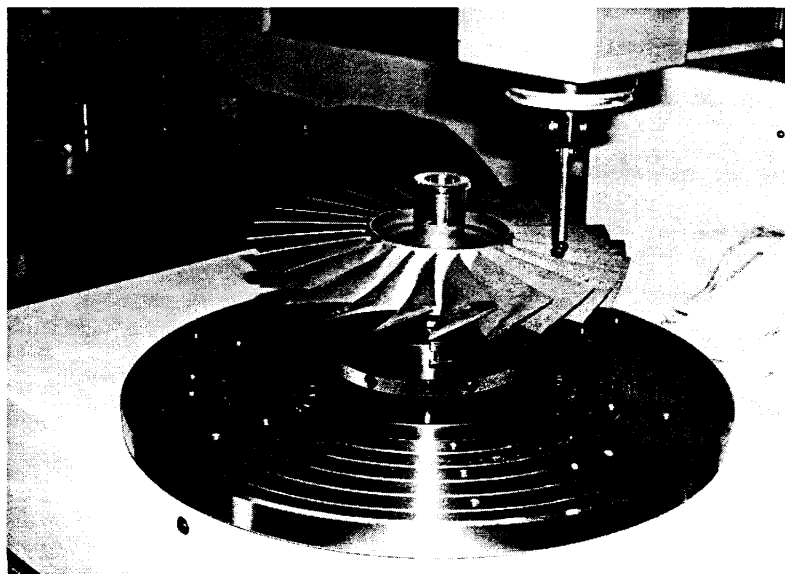


圖 2.1.5 工件實際夾挾持情形

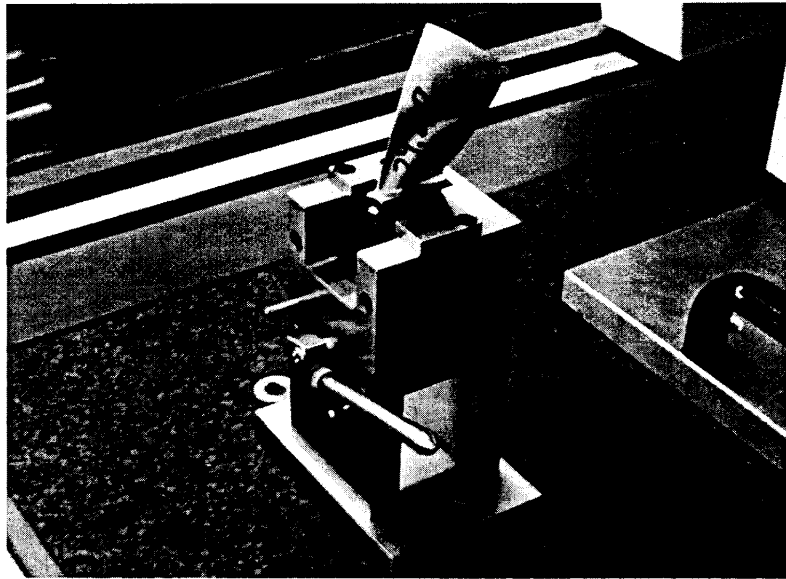


圖 2.1.6 適用於 Blade 之挾持裝置與挾持情形

E.對於曲面數據的快速取得、精密的取點，配合軟體與技術和經驗更是其中之關鍵，本葉片量測整合運用了 UMESS、KUM（皆為 Zeiss 公司開發之軟體名稱）與 PCM 參數控制軟體。

## 2.2.PCM（Parameter Control Module）參數控制模組基本功能介紹

PCM（Parameter Control Module）參數控制模組為德國 Zeiss 公司所發展之量測軟體模組，可針對家族式的不同工件，建置快速又平順的檢測程式，其功能在於將量測基準與量測參數收集、整理、整合與分析成不同預設之模式，再將各不同模式藉由 Zeiss 公司內建於三次元量床(CMM)之資料技術處理平台，轉化成不同模組，量測人員可藉由已規劃並處理過之模組進行量測，不但可使量測形式標準化，量測人員僅需調整必要之參數即可縮短相類似工件檢測時程。

### 2.3: PCM (Parameter Control Module) 參數控制模組應用

PCM 的功能是將某些幾何曲線或曲面之某些變數當成參數，如引擎葉片數量、曲線號碼、角度、不同間隔等特性當成參數 (即是可利用之部分設為參數)，經模組化之後，後續只要修正參數值。如：原先量測 10 片葉片，後續僅需把參數之葉片數 10 改為 20，即可執行 20 片葉片之相類似工件量測。

PCM 需在 UNIX 架構下配合三次元量床才能有效執行，它被設計為鏈結(Link)程式，分別與 UMESS、KUM 或其他 Zeiss 支援軟體搭配使用，更能充分發揮功能。而 PCM 對於家族式(類似或參數相關)之工件較有貢獻，如為單一個件或個別產品則不建議使用。

### 2.4. 葉形自動量測基本功能介紹

量測葉片效果至少可包括下列各種功能：

- (1) 某一葉形斷面的資料，含葉片之重心位置表示。
- (2) 葉片的參數。如：twist angle (旋轉角)、lean location(傾斜)、bow location(傾位)
- (3) 葉片的位置度計算與量測，如：葉片中心位置、堆疊點。
- (4) 葉形的最佳化(best fit)計算與處理。

### 2.5. 葉形自動量測程式應用

#### 2.5.1 葉片量測軟體整合主架構

量測軟體主架構作業流程說明如圖 2.5.1.1 所示。

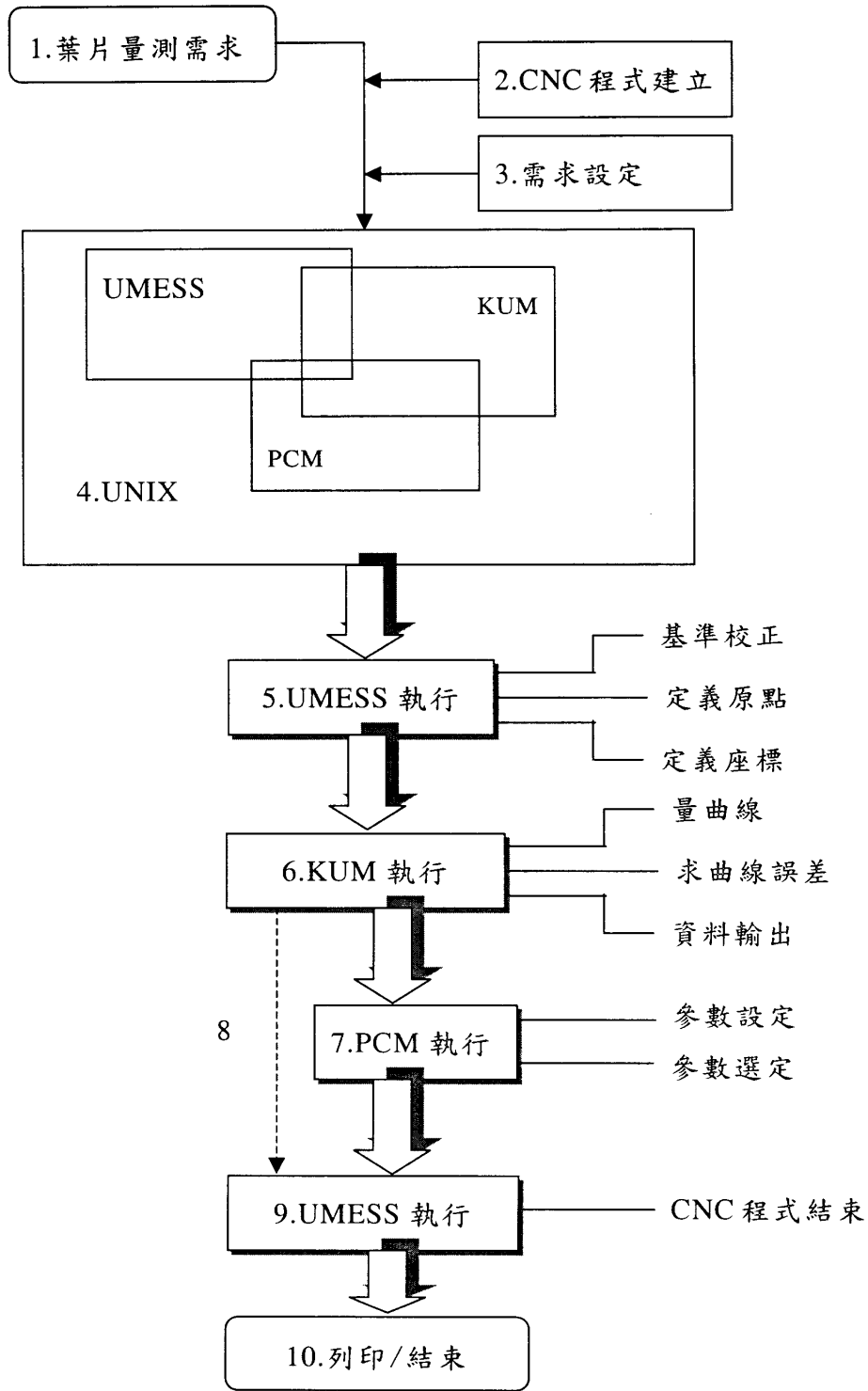


圖 2.5.1.1 葉片量測軟體整合主架構

2.5.2 葉片量測作業程序建構流程說明如下：

- (1) 針對藍圖或工件規格作量測需求規劃，同時對工件挾持機構、測針與轉盤一併考量。
- (2) 進入 Zeiss 內建在三次元量床 (CMM) 之 CNC (電腦數值控制) 模式下撰寫。
- (3) 將藍圖規格或檢驗需求作設定與定義 (建立使用者與 CMM 間介面)。
- (4) UNIX (Zeiss 公司定義之一種軟體名稱) 可以建置各項基準、執行網路校正、連結三次元量測系統之各種不同座標系並確保各種量測功能之有效執行。葉片量測即是將 UMESS (軟體名稱)、KUM (軟體名稱) 與 PCM (參數控制模組) 建構在 UNIX 架構上，

其中 UMESS、KUM 與 PCM 有些部分功能是重疊的，也可以單獨運作，只是效果並不如綜合運用來得理想。UNIX 架構上成員如圖 2.5.2.1。

## The UNIX Software Library



圖 2.5.2.1 UNIX 架構組成圖

其中：

UMESS 為 Zeiss 量測技術之標準套裝軟體：

- a. 可以建構軟體基準資料庫，
- b. 提供各種不同記錄資料供選用，
- c. 進行標準幾何表面量測，
- d. 可不受限地連接幾何曲面，
- e. 可排除異常之量測點，以利判讀，
- f. 經由換算與轉化，可修飾與美化構圖，
- g. 提供優質的文件化結果，
- h. 有擴充選用供功能。

(5)在 UMESS 架構下執行：

- a.原點定義：針對三次元量床之機械原點、工件原點、轉盤、挾持裝置原點與藍圖規定之軸線進行定義。
- b.定座標：定義三次元量床、工件、挾持裝置與轉盤之座標系統與相對關係。
- c.校正測針：選用適切長度、探頭球體外徑之掃描測針，並依標準校正程序進行校正。操作畫面及其作業如圖 2.5.2.2~圖 2.5.2.5。

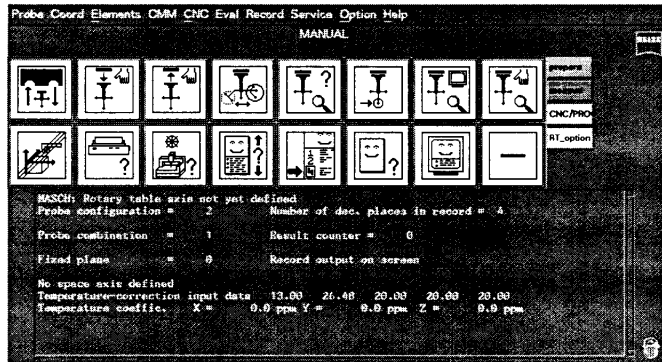


圖 2.5.2.2 UMESS 操作主畫面(執行 UMESS 操作與管理)

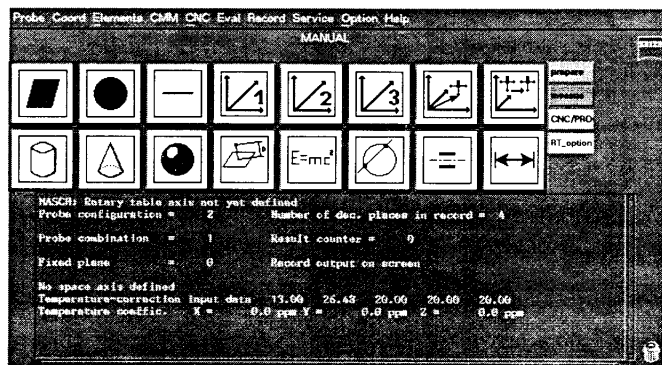


圖 2.5.2.3 UMESS 量測元素管理畫面

(量測之各種元素設定與管理，如點、線、平面.....)

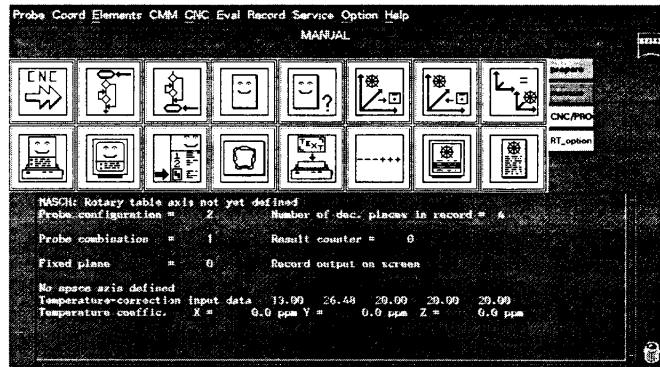


圖 2.5.2.4 CNC 管理操作畫面(執行 CNC 程式編輯與管理)

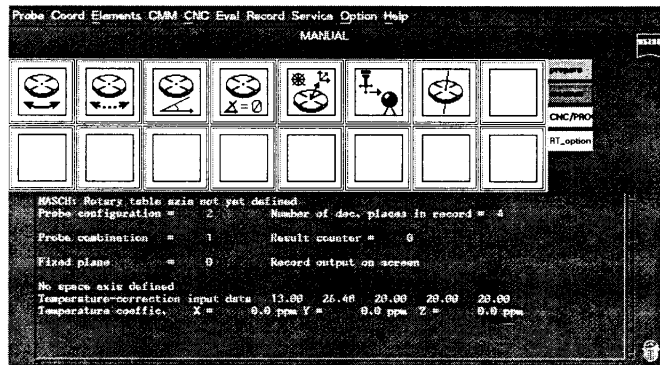


圖 2.5.2.5 轉盤操作畫面(管理轉盤操作)

(6)執行 KUM 功能：

- a.建立掃描基準檔案，
- b.進行掃描建立新的掃描路徑，
- c.建立法線向量與容差範圍，
- d.求曲線誤差，
- e.資料輸出。

操作畫面及其作業如圖 2.5.2.6~圖 2.5.2.9。



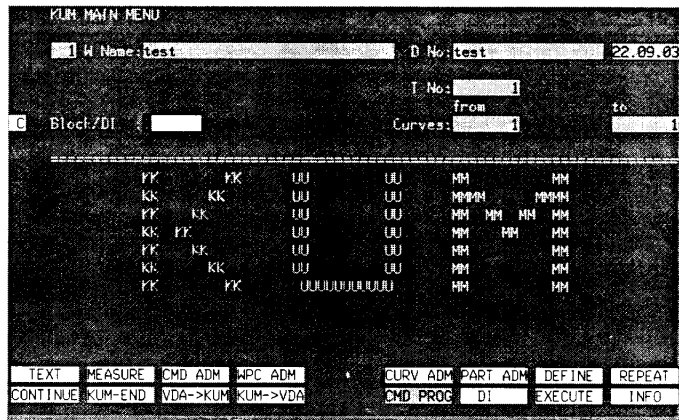


圖 2.5.2.6 KUM 操作主畫面(進入 KUM 操作與管理模式)

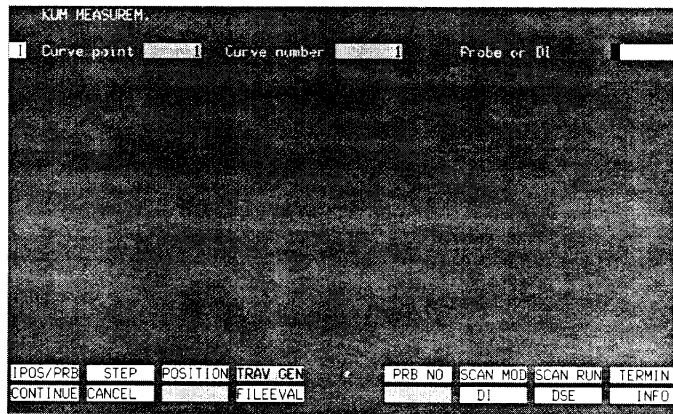


圖 2.5.2.7 KUM 量測管理畫面(執行量測作業管理)

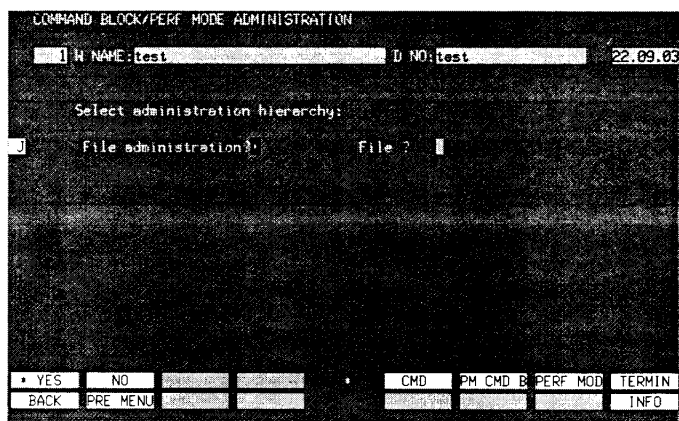


圖 2.5.2.8 區塊程式管理畫面

(執行各附加程式間之連結、作業程序與互動管理)

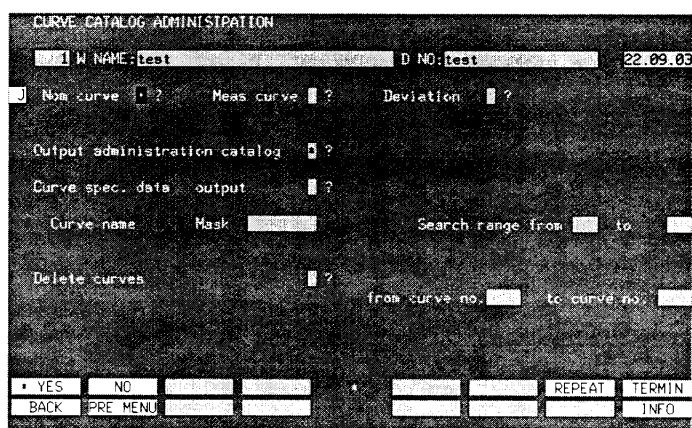


圖 2.5.2.9 檔案目錄管理畫面

(建立各單元程式檔案，並以目錄方式管理)

(7)執行 PCM：進行參數設定與選定。

PCM(參數控制模組)為模組化之控制軟體:可量測以之或未之之平面與三維曲面、封閉或開放曲線，可適用於量測渦輪增壓器、螺旋壓縮機、引擎葉片、凸輪軸或機翼剖面....等複雜

曲面。其執行步序如下：

- a. 設定預欲量測之葉片總數量，
- b. 設定量測路徑、過程與程序，
- c. 針對加工之程度與工件表面粗造度的異同，定義不同曲線，
- d. 選取欲量測之葉片數。

操作畫面及其作業如圖 2.5.2.10、圖 2.5.2.12。

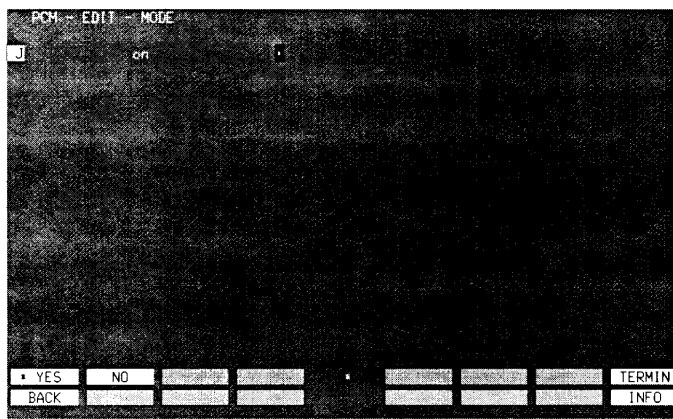


圖 2.5.2.10 PCM 模組編輯主畫面(建置參數模組)

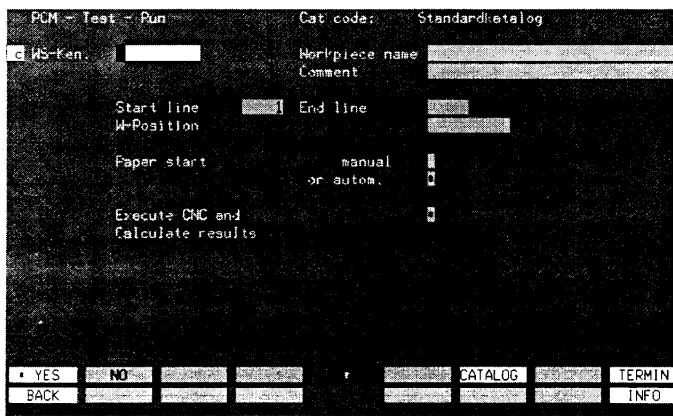


圖 2.5.2.11 預覽管理畫面(執行規劃結果預覽)

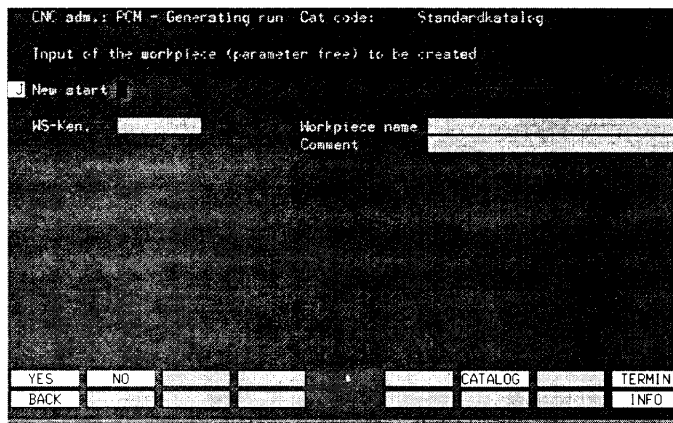


圖 2.5.2.12 PCM 鏈結管理畫面(執行程式間之鏈結與管理)

- (8)直接由 KUM 架構下跳過 PCM 處理，直接到達 UMESS 系統下執行量測結果輸出與比對亦可，但必須一個一個單元地量測，不但慢而且每次間均可能產生誤差。
- (9)結束 CNC 程式。
- (10)比對誤差、輸出結果。

### 2.5.3 葉片自動量測執行

葉片自動量測檢測執行程序，如圖 2.5.3.1 所示：

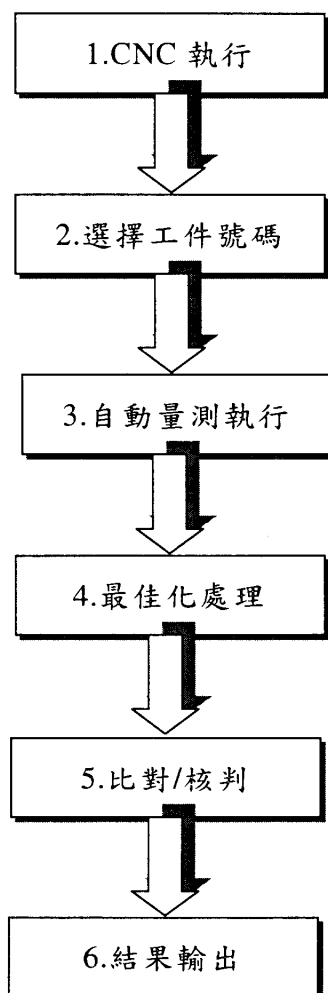


圖 2.5.3.1 葉片自動量測流程圖

執行步序與細項說明如下：

A. 定義基準：

- (1) 圓心基準定位—建立工件與三次元量床之相對軸線基準  
(包含兩者間之對應關係、位置關係與水平關係)。
- (2) 定義平面(X、Y、Z 值)—建構工件本身之 0 點。
- (3) 軸向定位—依藍圖規格定義工件之基準軸線，(FanR1 量測需分別執行 0 度、90 度、180 度與 270 度之角度取點)。
- (4) 檢視上述之基準數值。
- (5) 尺寸值定義結果輸出，檢視三次元量床、工件、藍圖、列印功能是否皆已設定完成。

B. 自動量測執行：

當各種設定與校正完成後，即可執行實際之量測作業：

- (1) 運用已建置之 CNC 執行程式，啟動量測執行系統進行量測。
- (2) 針對原先已規劃之模組，選取工件編碼、曲線或曲面類別以及欲量測之葉片數量。
- (3) 依已規劃之執行路徑、量測過程與順序進行量測。
- (4) 將量測之結果存檔，並將異常、不連續量測數據去除，接著將輪廓線藉由 Offset(平移)、Best fit(最佳化)功能，以合理化或最佳化量測結果。
- (5) 將量測結果與參考標準或量圖要求，依已設定之容差範圍，作圖形比對或差異性核判。
- (6) 可將操作具體結果儲存，亦可由附加之週邊設備列印或輸出。

## 2.6. 葉形量測問題排解與討論

- A. 在葉形量測過程中，需建立各種基準座標與基準面作為後續量測之基礎背景，而工件之基準面(A 基準)為爾後量測之基礎，本引擎葉片量測案例中，由於工件係鑄造而成，它的表面粗糙度較高（據此而建立的基準平面誤差也容易偏大），量測之結果容易產生極小之差異。爾後設計時應可針對基準的表面進一步作粗糙度規劃與要求，將可再提昇量測精確度。
- B. 葉形量測整體輪廓線（3D 立體流線）是其特性因素，為連續之 3D 曲面，在愈小的量測點位置愈顯重要，如：twist edge、lean edge。要在邊緣的小地方取得充分的有效數據是比較難的，連續而多量取點是必需的，但相對的量測時間也會增加。
- C. 葉形開發技術的提昇不僅僅是檢測技術而已，製造技術與設計能量也要能同步提昇才有效益，因為製造精度與設計參數 (CAD Model)和量測精確度是互相依賴而共存的。

## 參、效益分析

本次赴德國公差期間均在著名的 Zeiss 公司，除了在該公司學習外，並與廠商之工程人員進行技術交流與討論，從中學習到許多先進量測技術與公司文化特質。此行期間整體效益說明如下：

1. 技術能量導入與提昇：量測標準值建立方法、量測偏差管理、已知曲面量測、二維最佳化、三維量測之最新運用技術與量測資料管理、數位化未知曲面等相關技術，為凸輪、葉形、齒輪等複雜幾何曲面量測之基準要領，尤其對於葉形量測更是不可或缺之工具，此等運用方法之導入將有助於相關產業研製能量提昇。
2. 量測技術之精進：藉由此次學習過程，獲得許多寶貴經驗，在葉形量測部份，可精進量測技術：
  - (1) 透過法線、數學模式運用與參數管理可建置並量測 2D 曲線、3D 曲線與 3D 曲面。
  - (2) 經由 PCM 與 KUM 交互運用可建構模組化數據。
  - (3) 運用已建構的模組化數據，可簡化後段量測工時與流程。
  - (4) 經簡化之量測流程可架構為標準化模組與標準作業流程，對於分包作業之接收檢驗可經由一致的作業基準，取得客觀的核判標準。
  - (5) 經由實體量測之數據轉換可建構成 CAD 格式，作為逆向工程的基準。
  - (6) 可執行葉形葉面自動量測。



(7)降低不同檢驗單位或流程之量測差異性，更能確定產品品質因素的一致性。

4. 獲得未來發展規劃之參考：在此次學習過程中，除了練習葉片量測方法外，對於複雜曲面或曲線建立模式、量測邏輯與量測架構建立亦有新的啟發，將可作為後續研究發展之參考：

(1)量測數值有效精確的回饋給設計單位，可間接提昇設計能量與促進設計規劃模式調整。

(2)精確之量測數據運用可確保檢驗品質與驗收方式完整，又可減低品質損失成本。

(3)適時反應檢測結果可使製造工程適時取得回饋資訊，減少重工或不必要之施工，製程之工程規劃與管理將可以有新的思考方向。

(4)外包（或分包）作業之品質管理可以漸趨一致性與標準化，管理規劃將更具體有效。

(5)運用 CAD 模組方式再配合相關軟體，可做逆向工程之規劃之參考與運用。

(6)齒輪或複雜曲面量測能量建立模式，亦可引用藉之作為規劃參考。

## 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		許能專、黃祈榮			
日期	星期	公差地點			工作項目
		國名	城	鎮	
920802	六				旅程
920803	日	德國	Stuttgart		旅程
920804	一	德國	Oberkochen		1.09：00 抵達 Zeiss 公司。 2. KUM 概論介紹。 3. PCM 基本功能介紹。 4. PCM 管理功能學習。
920805	二	德國	Oberkochen		1.學習量測標準值之建立。 2.量測標準值轉換操作。 3.葉型自動量測程式功能介紹。
920806	三	德國	Oberkochen		1.學習標準值量測應用。 2.學習資料輸入輸出管理。 3.練習 PCM 參數控制模組應用操作。
920807	四	德國	Oberkochen		1.學習量測已知曲面的量測。 2.標準值編修、標準值掃描練習。 3.葉型自動量測程式應用操作。
920808	五	德國	Oberkochen		1.學習量測偏差值計算。 2.量測偏差值輸出練習。 3.學習數位化未知曲面。 4.標準值編輯練習。
920809	六	德國	Oberkochen		1.綜整訓練資料。 2.Zeiss 博物館參觀。
9208010	日	德國	Oberkochen		1.綜整訓練資料。 2.賓士車廠博物館參觀。

中山科學研究院出國人員工作計畫表(續)

日期	星期	公差地點		工作項目
		國名	國名	
920811	一	德國	Oberkochen	1.學習量測二維最佳化。 2.學習三維曲線量測。 3.PCM 參數控制模組應用操作訓練。
920812	二	德國	Oberkochen	1.學習量測資料備份方法。 2.網路資料連結練習。 3.葉形自動量測程式相關問題研討。 4. PCM 運用相關問題研討。 5.量測問題研討與排除方法討論。
920813	三	德國	Stuttgart	行程-自德國搭機
920814	四			搭機返國行程

## 伍、社交活動

扣除台北與 Stuttgart 來回飛機交通時間外，極大部份時間都在 Stuttgart 附近，由於出國這段時間剛好德國熱浪來襲，最高溫度超過 40°C、連續 70 天超過 35°C 以上，均為歷史新高，廠外除了較大的商場與一般轎車內之外少有冷氣設施，再加上德國店家每天下午 5~6 點就打烊，又週休二日，每天下課回到住宿地點時，除了餐館外，沒什麼人群活動。因此，除了與公司接待人員有較多接觸外，社交活動不多。

此行期間為我們執行量測軟體與葉片自動量測指導之專業工程師為 Hafner 先生，他是 Zeiss 公司資深量測軟體專業工程師，他的工作範圍除執行學習指導之外，也替各國客戶設計專用量測程式與個案之夾治具，工作經驗相當豐富。與 Hafner 先生互動期間，可以體會到德國人的堅持與嚴謹處事方法，在一定範圍內，按部就班是必然的要求，他會給學員一個大方向與無限多個「可能」，學員要「更好」就得練習再練習。這段學習期間氣氛輕鬆而愉悅，因為 Hafner 先生在我們離開的同時，他將有一個月的暑假，而且他已做好打獵的準備。

德國人向來以群體紀律嚴謹、工作效率卓著和做事態度固執聞名於世，以充滿冒險進取的野心固守著先進的專業領域，他們工作分工精細綿密，整合、溝通、協調也很有效率，對著本身專業非常執著。

隨著德國統一而產生的德國國鐵火車聯票，可以自由搭乘任何路線的火車。市際列車（簡稱 IC）幾乎在每一小時同一分鐘從德國各主要火車站發車，網路遍及全國高速火車時速高達 250 公里，且鐵路網密集，各大都市都可串聯各種快車通往其他各國主要城市。

此行因公務而無法仔細端詳 Stuttgart，但 Stuttgart 街貌所呈現千百年傳統文化及現代文明之共容共處，是值得國內政府與業界於追求經濟發展的同時，可以參考與學習的地方。

## 陸、建議事項

- 1.外在環境變動時相關因應作法，有待建立具體處理方案以供遵循—今年於本案進行時，突遇 SARS 的流行，各種管制措施或是規定突然而至，頓時無所適從，以致於國外的受訓和原廠人員的互訪都有變數，雖然本次並沒有造成太大的困擾，但建立有效之因應處理方案以供遵循是有必要的。
- 2.持續加強人員的教育訓練—量測技術研究與開發在未來的發展空間仍然很大，且產業界實務需求更是殷切，而其關鍵性的技術在國內無法取得，仍需原廠在專業技術上加以支援方能達成，因此，持續加強相關人員與國際專業人士交流與教育訓練仍是專業技術發展的一個重要方向。