

**台電核能發電處
非破壞檢測隊
檢測作業程序書變更通知單**

附件 9.4

程序書名稱：超音波量測厚度程序書

日期：110 年 12 月 3 日

程序書編號：ISI-UT-34-16

版次：6

變更通知單編號：5

頁次：1

變更原因：配合核能發電處 DONG-I-12.2 版次 7「檢測用儀器設備與參考物質之管理維護與校準管制」程序書修訂手提式超音波儀器及超音波測厚儀器校準週期為六個月。

頁次	章節	變更內容
3	5.1	每三個月 修改為" 每六個月"

編寫：



檢測隊

審查：



檢測隊

核定：



檢測隊經理

會審：



電廠相關部門



核准：



電廠副廠長 / 廠長



表格 DONG-I-6.1-T-D-1 版次：13

附件 9.4

台電核能發電處 非破壞檢測隊 檢測作業程序書變更通知單

程序書名稱：超音波量測厚度程序書

日期：109 年 7 月 30 日

程序書編號：ISI-UT-34-16

版次：6

變更通知單編號：4 頁次：1

變更原因：儀器新舊更替為符合現況修改

頁次	章節	變更內容
2	4.1.2	原:超音波探傷儀：利用其 A 掃描表示法所顯示之回波位置，以讀取被測物之厚度。如 STAVELEY SONIC-136、KRAUTKRAMER USK7, USK7D、USN-60 等 修訂: 超音波探傷儀：利用其 A 掃描表示法所顯示之回波位置，以讀取被測物之厚度。如 USN-60、USM GO 等
	4.1.3	原:具 A-掃描背波顯示之數字型超音波測厚儀：同時具有 4.1.1 與 4.1.2 之功能。如 KRAUTKRAMER DMS 等 修訂: 具 A-掃描背波顯示之數字型超音波測厚儀：同時具有 4.1.1 與 4.1.2 之功能。如 DMS2、DMS GO 等

編寫：



檢 測 隊

審查：



檢 測 隊

核定：



檢 測 隊 經 理

會審：



核准：



電 廠 副 廠 長 / 廠 長



DONG-I-6.1-T-D-1 版次：12

附件 9.4

台電核能發電處 非破壞檢測隊 檢測作業程序書變更通知單

程序書名稱：超音波量測厚度程序書

日期：103 年 7 月 21 日

程序書編號：ISI-UT-34-16

版次：6

變更通知單編號：3

頁次：1

變更原因：依第四個 10 年運轉期間檢測計畫修訂

頁次	章節	變更內容
2	2.1	2.1 美國機械工程師學會規章第五部，Article 23 SE-797(Standard Practice for Thickness Measurement by Manual Contact Ultrasonic Method)，1998 年版至 2000 年增訂版。
2	2.1	修訂：美國機械工程師協會規章第五部，Article 23 SE-797(Standard Practice for Thickness Measurement by Manual Contact Ultrasonic Method)，一號機自 103 年 7 月 27 日起；二號機自 104 年 5 月 18 日起，使用 2007 年版及 2008 年增訂版；二號機於 104 年 5 月 18 日前使用 1998 年版與 2000 年增訂版。

編寫：



檢測隊

審查：



檢測隊

核准：



檢測隊經理

會審：



電廠相關部門

會核：



電廠副廠長 / 廠長



表格 DONG-I-6.1-T-E-1 版次：7

台電核能發電處 非破壞檢測隊 檢測作業程序書變更通知單

程序書名稱：超音波量測厚度程序書

日期：101 年 4 月 日

程序書編號：ISI-UT-34-16

版次：6

變更通知單編號：2 頁次：1 / 1

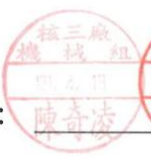
變更原因：統一全國認證基金會（TAF）認證標誌之使用

頁次	章節	變更內容
6	附件 10.2	「數字型超音波測厚儀超音波測厚報告」右上角全國認證基金會（TAF）認證標誌刪除
6	附件 10.3	「超音波檢測儀超音波測厚報告」右上角全國認證基金會（TAF）認證標誌刪除

編寫： 
 檢 測 隊

審查： 
 檢 測 隊

核准： 
 檢 測 隊 經 理

會審： 
 電 廠 相 關 部 門

會核： 
 電 廠 副 廠 長 / 廠 長

台電核能發電處 非破壞檢測隊 檢測作業程序書變更通知單

程序書名稱：超音波量測厚度程序書

日期：97年7月 日

程序書編號：ISI-UT-34-16 版次：6

變更通知單編號：1 頁次：1/1

變更原因：修改報告表格

頁次	章節	變更內容
附件 10.2		「數字型超音波測厚儀超音波測厚報告」修改右上角全國認證基金會(TAF)認證標誌及表頭。
附件 10.3		「超音波探傷儀儀超音波測厚報告」修改右上角全國認證基金會(TAF)認證標誌及表頭。

編寫：



檢測隊

審查：



檢測隊

核准：



檢測隊經理

會審：



電廠相關部門

會核：



電廠副廠長/廠長

核能發電處非破壞檢測隊檢測作業程序書

編號：ISI-UT-34-16

版次：6

第 2 / 6 頁

台電核能發電處 非破壞檢測隊 檢測作業程序書		編 號：ISI-UT-34-16 版次：6 初版發行日期：78 年 12 月 15 日 本版發行日期：94 年 月 日 適 用：第三核能發電廠
名 稱：超音波量測厚度程序書		
非 破 壞 檢 測 隊	編 寫： 審 查： 核 准： 檢 測 隊 隊 長	
相 關 單 位	會 審： 電 廠 相 關 課 會 核： 電 廠 副 廠 長 / 廠 長	

台電核能發電處 非破壞檢測隊 檢測作業程序書修訂摘要表

程序書名稱：超音波量測厚度程序書

頁次： 1

程序書編號： ISI-UT-34-16 / R6

日期： 94 年 3 月 10 日

版 次	修訂原因	修 訂 內 容
6	更新內容，使符合美國機械工程師協會鍋爐及壓力容器規章第十一部 1998 年版至 2000 年增訂版之規定。	新增 1.1 節、1.2 節 2.1 節修改為「美國機械工程師學會規章第五部，Article 23 SE-797(Standard Practice for Thickness Measurement by Manual Contact Ultrasonic Method)，1998 年版至 2000 年增訂版。 3.1 節「…超音波初級以上之証書…」改為「…超音波中級以上之証書…」 新增 4.3.3 節 5.0 節「儀器驗證及校準要求」改為「儀器驗證」 5.1/5.2/5.3 節改寫如文 6.0 節刪除「粗糙度應小於 250 μ in」文字 7.0 節「校準與檢測方法」改為「校準與測厚」 7.2.2 (1) 節「…參考圖一(a)…」改為「…參考附件 10.1 圖一(a)…」 7.2.2 (4) 節「…參考圖一(b)…」改為「…參考附件 10.1 圖一(b)…」 7.2.2 (5) 節「…參考圖一…」改為「…參考附件 10.1 圖一…」 新增 7.3 節、7.4、7.5 節 原 7.3 節改為 7.6 節 原 7.4 節改為 7.7 節 8.1 節「…表一…」改為「…附件 10.2…」 8.2 節「…表二…」改為「…附件 10.3…」 8.3 節刪除表三、表四 新增 10.0 節

超音波量測厚度程序書

目 錄

內 容	頁次
1.0 適用範圍.....	2
2.0 參照規範.....	2
3.0 測厚人員資格.....	2
4.0 測厚設備.....	2
5.0 儀器驗證.....	3
6.0 表面清理.....	3
7.0 校準與測厚.....	3
8.0 記錄與報告.....	5
9.0 測厚後之清理.....	6
10.0 附件.....	6

超音波量測厚度程序書

1.0 適用範圍

- 1.1 本程序書主要闡述核能電廠在平時或機組大修維護時，針對管路、組件、構件等，使用脈波反射式直束超音波量測厚度之方法。
- 1.2 檢測時被測物之溫度不得高於 200 °F(93.3 °C) 。
- 1.3 被測物應為均勻材質，超音波傳送時之速度不變，並且可在背面得到反射回波。

2.0 參照規範

- 2.1 美國機械工程師協會規章第五部， Article 23 SE-797(Standard Practice for Thickness Measurement by Manual Contact Ultrasonic Method)，一號機自 103 年 7 月 27 日起；二號機自 104 年 5 月 18 日起，使用 2007 年版及 2008 年增訂版；二號機於 104 年 5 月 18 日前使用 1998 年版與 2000 年增訂版。
- 2.2 本公司最新修訂之「非破壞檢測人員考訓與資格審定程序」。

PCN3

3.0 檢測人員資格

- 3.1 所有執行測厚之工作人員均須持有依本公司「非破壞檢測人員考訓與資格審定程序」之規定所核發之超音波中級以上之証書方可負責實際測厚工作並作記錄。
- 3.2 本項工作之報告作業須由中級以上檢測師審查。

4.0 檢測設備

4.1 超音波測厚儀：

經依 5.0 節規定線性驗證合格之超音波儀器均可用於超音波測厚，依儀器顯示方式之不同，可分為以下幾類：

- 4.1.1 數字型超音波測厚儀：檢測結果能直接以數字表示之。如 KRAUTKRAMER DME DL。
- 4.1.2 超音波探傷儀：利用其 A 掃描表示法所顯示之回波位置，以讀取被測物之厚度。如 USN-60、USM GO 等。
- 4.1.3 具 A-掃描背波顯示之數字型超音波測厚儀：同時具有 4.1.1 與 4.1.2 之功能。如 DMS2、DMS GO 等。

PCN4

4.2 探頭

- 4.2.1 一般測厚時主要採用直束探頭，其晶體直徑尺寸在 5mm 至 25mm 之間，視物件表面曲度而選擇適當尺寸之探頭，頻率則在 1MHz 至

10MHz 之間。

- 4.2.2 對於管壁測厚，探頭其接觸點直徑限定為 12.7mm 以下，頻率為 5MHz，如果因故需改用其他直徑或頻率的探頭時，應另行評估在凹凸表面產生之測厚誤差，並記錄與修正。
- 4.2.3 由於探頭與物件表面產生之寬大死區之影響，被測物厚度在 0.5" 以下須使用雙晶探頭，或頻率較高之遲延換能器。0.5" (含) 以上可使用單晶或雙晶探頭。而雙晶換能器因波束具非直線性，在薄板之量測有較大誤差，使用時須以相近厚度之規塊特別修正。
- 4.2.4 為確保量測精度，換能器與測厚儀須依製造廠家之規定使用。

4.3 參考規塊

- 4.3.1 使用之校準規塊須與被測材質相同或相似，如碳鋼或不鏽鋼。
- 4.3.2 IIW 或階梯規塊(Step Block)等都可被用來作校準及驗證。
- 4.3.3 規塊厚度應能含蓋最大及最小測件厚度範圍，可為一件或數件規塊。

4.4 耦合劑

- 4.4.1 本項檢測所採用之耦合劑以 Ultragel II 為主，其成分須具原廠之保證書且符合下列之要求，含氟<100ppm，含氯<50ppm，含硫<200ppm。
- 4.4.2 除不鏽鋼及英高鎳材料不適用外，一般機油、甘油及油脂等如不影響受測物材料亦可使用。

5.0 儀器驗證

- 5.1 超音波測厚儀器每六個月均須定期作儀器之線性驗證，合格後方得使用之。 | PCN5
- 5.2 超音波檢測儀之線性驗證使用附錄 10.4 表格記錄並研判之，數字型或兼具 A 掃瞄數字型測厚儀之線性驗證使用 4 吋厚度校準規塊校準，來量測 0.1~4.0 吋不同厚度之標準規塊，記錄於附件 10.5。
- 5.3 測厚儀讀數與標準規塊實際厚度誤差不大於 0.012 吋(0.30mm)為合格。

6.0 表面清理

執行測厚所須接觸之表面須光滑潔淨，且不得有阻礙超音波傳送之物質附於表面。

7.0 校準與測厚

7.1 測厚原理：

被測物厚度之量測係利用超音波傳入被測物經底面反射傳回計算而得之，公式如下：

$$T = \frac{V \times t}{2}$$

T ：被測物厚度(mm)

V ：音速(mm/sec)

t ：超音波在被測物中行進之時間(sec)

7.2 校準方法

7.2.1 對數字型或兼具回波顯示之數字型測厚儀校準時，須依照廠家的使用說明，依序操作。

7.2.2 對一般的超音波檢測儀校準如下：

(1) 被測物厚度介於 1"至 2"之校準：

將所採用之探頭置於校準規塊 1"厚度面之適當位置，重複調整儀器上之增益，測距及遲延等控制鈕，使螢幕上顯示兩個背面回波，使第一回波位於螢幕上刻度"0"的位置，且此回波之振幅高度在全螢幕高度之 80-90%，第二回波位於"10"的位置，然後鎖定儀器，此即完成檢測前之校準。(參考附件 10.1 圖一(a))。

(2) 被測物厚度介於 2"至 3"之校準：

將所採用之探頭置於校準規塊 1"厚度面之適當位置，重複調整儀器上之增益，測距及遲延等控制鈕，使儀器呈現三個背面回波，使第二回波位於螢幕上刻度"0"的位置，此回波之振幅高度在全螢幕高度之 80-90%，第三回波位於"10"的位置，然後鎖定儀器，此即完成檢測前之校準。

(3) 被測物厚度大於 3"之校準：

比照 (1) 與 (2) 之方法類推之。

(4) 被測物厚度小於 1"之校準：

如 (1) 項所述之步驟完成後，調整遲延控制鈕將第一回波調至刻度"10"的位置，然後鎖定儀器，此即完成檢測前之校準(參考附件 10.1 圖一(b))。

(5) 校準時以回波波形之左根部為依據(參考附件 10.1 圖一)。

7.3 校準要求

7.3.1 所有 4.1 節所述之超音波測厚儀器，在執行測厚前均須先利用參考規塊作儀器之校準。

7.3.2 如使用超音波檢測儀，儀器之 "抑制鈕" (Reject Control)在執行各項校準或測厚時，須確保在最小值或關的位置。

7.3.3 使用數字型或兼具背波顯示之數字型測厚儀時，校準之工作均須依照廠家之使用說明，逐步執行。

7.3.4 校準時所用規塊之溫度與被測物之溫度差須小於 25 °F(14 °C)。

7.4 校準驗證

- 7.4.1 執行測厚時，於更換電纜線、電源、電池、楔形塊、測厚人員、或對校準之儀器有所懷疑時，皆必須做校準驗證(calibration check)。
- 7.4.2 校準後每隔 4 小時必須做一次校準驗證，測厚完成後也必須再做一次驗證，驗證時間必須記錄在校準記錄表上。

7.5 重新校準

- 7.5.1 當使用超音波檢測儀執行校準驗證時，如發現在螢幕水平基線上有任何一點位置變動超過其原所在水平刻度讀數之 5 % 以上，或使用數字型測厚儀、兼具背波顯示之數字型測厚儀時，發現任一讀數與實際厚度值之誤差達到 ± 0.012 "時，或依工程之需要，讀數大於某特定的誤差時，所有依據此校準設定之檢測均須作廢，重新校準、檢測。
- 7.5.2 當更換探頭或耦合劑時，儀器亦須重新執行校準。

7.6 量測點的選擇

- (1) 對於「碳鋼管路薄化檢測」，量測點由電廠相關課依其程序書選取辦理。
- (2) 對於為符合工安法規需執行之壓力容器測厚，依相關規定辦理。
- (3) 配合焊道超音波檢測，量測點視需要執行。
- (4) 量測金屬材料之腐蝕面積時，須量測材料因腐蝕開始變薄的位置，決定腐蝕面積。
- (5) 其他配合電廠相關課時，視其需要執行。

7.7 測厚要領

- (1) 以數字型測厚儀測厚時，其數值的讀取，須待數字持續穩定時讀取之。
- (2) 使用具有背波顯示之測厚儀時，背波振幅須達全螢幕高度 60% 以上，且背波的顯示要穩定，以波形之左根部為讀數之標準。

8.0 記錄與報告

- 8.1 使用數字型超音波測厚儀量測厚度時，得使用附件 10.2 來記錄儀器之校準驗證及測厚結果。
- 8.2 使用超音波探傷儀量測厚度時，得使用附件 10.3 來記錄儀器之校準驗證及測厚結果。
- 8.3 測點多或需附圖說明時，得使用空白紙來增列「續頁」或「附圖」。
- 8.4 其他表格（如申請單位提供之表格、壓力容器測厚紀錄表、管壁測厚紀錄磁片或自繪表格等等）亦可使用，並當成正式報告送交申請單位，但仍須填寫測厚報告存檔（測厚結果免重複填寫）。
- 8.5 測厚報告應於工作完畢後送交申請單位，其合格與否由申請單位依相關文件及規範認定。
- 8.6 若配合電廠執行之「碳鋼管路薄化檢測」係發包由協力廠商執行時，其測厚

報告須由檢測隊人員審核，並存於檢測隊備查。

9.0 測厚後之清理

9.1 工作完成後表面上之耦合劑應逐點清除乾淨，以利日後追蹤量測。

9.2 清除耦合劑可採用下列物品：

- (1) 清水。
- (2) 乾淨之破布或紙巾。
- (3) 清潔劑（液滲檢測程序書中所許可採用者）。

10.0 附件

10.1 圖一 校準時螢幕顯示情形

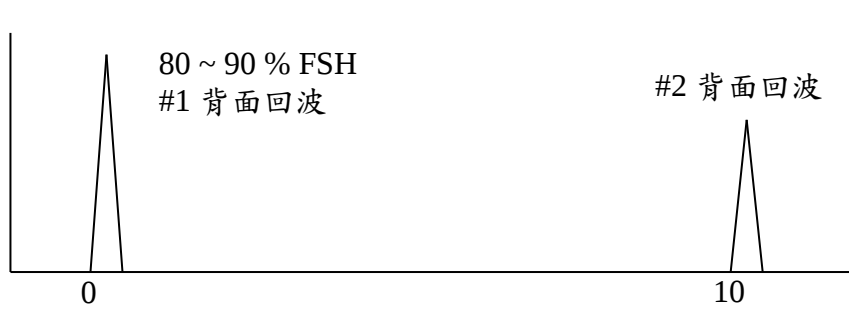
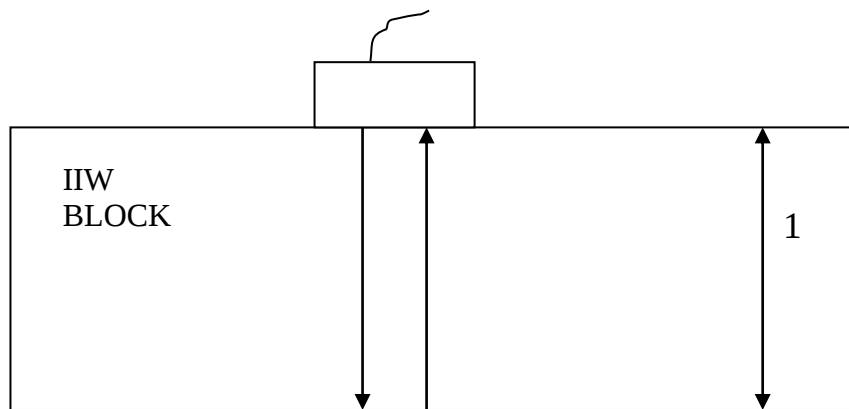
10.2 數字型超音波測厚儀超音波測厚報告

10.3 超音波檢測儀超音波測厚報告

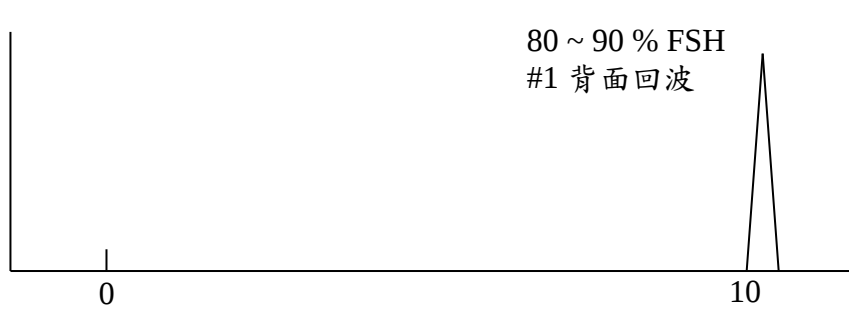
10.4 超音波儀器線性驗證紀錄

10.5 數字型測厚儀線性驗證紀錄

附件 10.1



a. 校準時螢幕顯示情形(被測厚度介於 1"至 2"之校準)



b. 校準時螢幕顯示情形(被測厚度小於 1"之校準)

圖一 校準時螢幕顯示情形

附件 10.2

分隊長：<名字> 經理：<名字> 地址：屏東縣恒春鎮南灣路 387 號 電話：08-8893470 轉 3650 傳真：08-8893470 轉 3666	台電核能發電處 非破壞檢測隊核三分隊 數字型超音波測厚儀 超音波測厚報告	報告編號：_____ 檢測日期：_____ 頁次：第 ____ 頁，共 ____ 頁
--	---	--

PCN2

廠別：_____ 機組：_____ 程序書編號/版次：_____
 測厚計：廠牌- _____ / 型號- _____ / 序號- _____
 探頭：廠牌- _____ / 型號- _____ / 序號- _____
☐單晶 或 ☐雙晶 / 接觸點尺寸- _____ / 頻率- _____ MHz
 校準規塊：編號- _____ / 材質 ☐碳鋼 ☐不銹鋼 ☐_____
 規塊與測件之溫度差 $\leq 14^{\circ}\text{C}$ ：☐是 / ☐否 耦合劑：_____ 批號：_____
 校準 / 驗證記錄：【校準或驗證讀值與規塊厚度之誤差 ≤ 0.012 吋 (0.30 mm) 為合格】

項目 時機 \ 讀值	規塊厚度 (單位：_____)					時間	結 果	
							合格	不合格
測厚前校準								
驗證								
驗證								

吋/mm 對照表：

吋	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	4.0
mm	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	19.05	25.40	101.60

測件名稱/編號：_____

測件形狀/測點位置：(略圖)

測厚結果：(單位：_____)

檢測員/級別：

日期：

審核者：

(協力單位：_____)

附件 10.3

分隊長：<名字>經理：<名字> 地址：屏東縣恒春鎮南灣路 387 號 電話：08-8893470 轉 3650 傳真：08-8893470 轉 3666	台電核能發電處 非破壞檢測隊核三分隊 超音波探傷儀 超音波測厚報告	報告編號：_____ 檢測日期：_____ 頁次：第 ____ 頁，共 ____ 頁
---	---	--

PCN2

廠別：_____ 機組：_____ 程序書編號/版次：_____ / _____

測厚儀：廠牌- _____ / 型號- _____ / 序號- _____

探頭：廠牌- _____ / 型號- _____ / 序號- _____

☐單晶 或 ☐雙晶 / 接觸點尺寸- _____ / 頻率- _____ MHz

校準規塊：編號- _____ / 材質 ☐碳鋼 ☐不銹鋼 ☐ _____

規塊與測件之溫度差 $\leq 14^{\circ}\text{C}$ ：☐是 / ☐否 耦合劑：_____ 批號：_____

校準 / 驗證紀錄：

(設定不變，螢幕水平刻度的驗證讀值與測厚前校準讀值之誤差 $\leq 5\%\text{FSW}$ 為合格)

項目 時機 \ 讀值	儀器設定			規塊 厚度	背波之 螢幕水 平刻度	時間	驗證結果	
	測距 Range	延遲 Delay	振幅 Amp.					
測厚前校準							合格	不合格
驗證								
驗證								

測件名稱/編號：_____

測件形狀/測點位置：(略圖)

測厚結果：(單位：_____)

檢測員/級別：

日期：

審核者：

(協力單位：_____)

超音波儀器線性驗證紀錄

日期：_____

儀器廠牌：_____機型：_____序號：_____

螢 幕 垂 直 線 性			
分 貝 控 鈕 變 化	實 際 dB 值	大 回 波 高 度(%)	小 回 波 高 度*(%)
原 值 (0dB)	_____	_____	_____
+2	_____	_____	_____
0	_____	_____	_____
-2	_____	_____	_____
-4	_____	_____	_____
-6	_____	_____	_____
-8	_____	_____	_____

* 必須是大回波之 50%，其誤差在全螢幕高度(FSH)之 5%內。

增 幅 線 性			
回波設定高度 %FSH	增益控鈕變化	回波限值 %FSH	實際指示值
80	- 6dB	32 至 48	_____
80	- 12dB	16 至 24	_____
40	+ 6dB	64 至 96	_____
20	+ 12dB	64 至 96	_____

	接受性	
	是	否
螢幕垂直線性		
增 幅 線 性		

檢測員：

1. _____ 等級 _____

2. _____ 等級 _____

審核者：_____ 等級：_____ 日期：_____

附件 10.5

數字型測厚儀線性驗證紀錄

測厚儀：廠牌- _____ / 型號- _____ / 序號- _____

測厚儀校準規塊：編號 _____ 材質： _____

標準規塊(被測件)：編號 _____ 材質： _____

讀數：(單位：英吋/mm*)

測點	被測件*	測厚儀讀數	測點	被測件	測厚儀讀數
1	0.100 / 2.54		5	0.500 / 12.70	
2	0.200 / 5.08		6	0.750 / 19.05	
3	0.300 / 7.62		7	1.000 / 25.40	
4	0.400 / 10.16		8	4.____ / 101.____	
測厚儀讀數與標準規塊(被測件)之誤差 ≤ 0.012 吋(0.30mm) 是 ☐ 否 ☐					
驗證結果 合格 ☐ 不合格 ☐					
備註					

*視使用之校準規塊為英制或公制，選用前者或後者。

檢測員/級別：

驗證日期：

審核者：