

使用 XK10 校準雷射系統量測垂直度

概述

XK10 校準雷射系統可量測機器的兩個標稱垂直軸之間的垂直度偏移量。本文旨在說明使用傳統方法及使用 XK10 校準雷射系統在量測垂直度方面的差異。

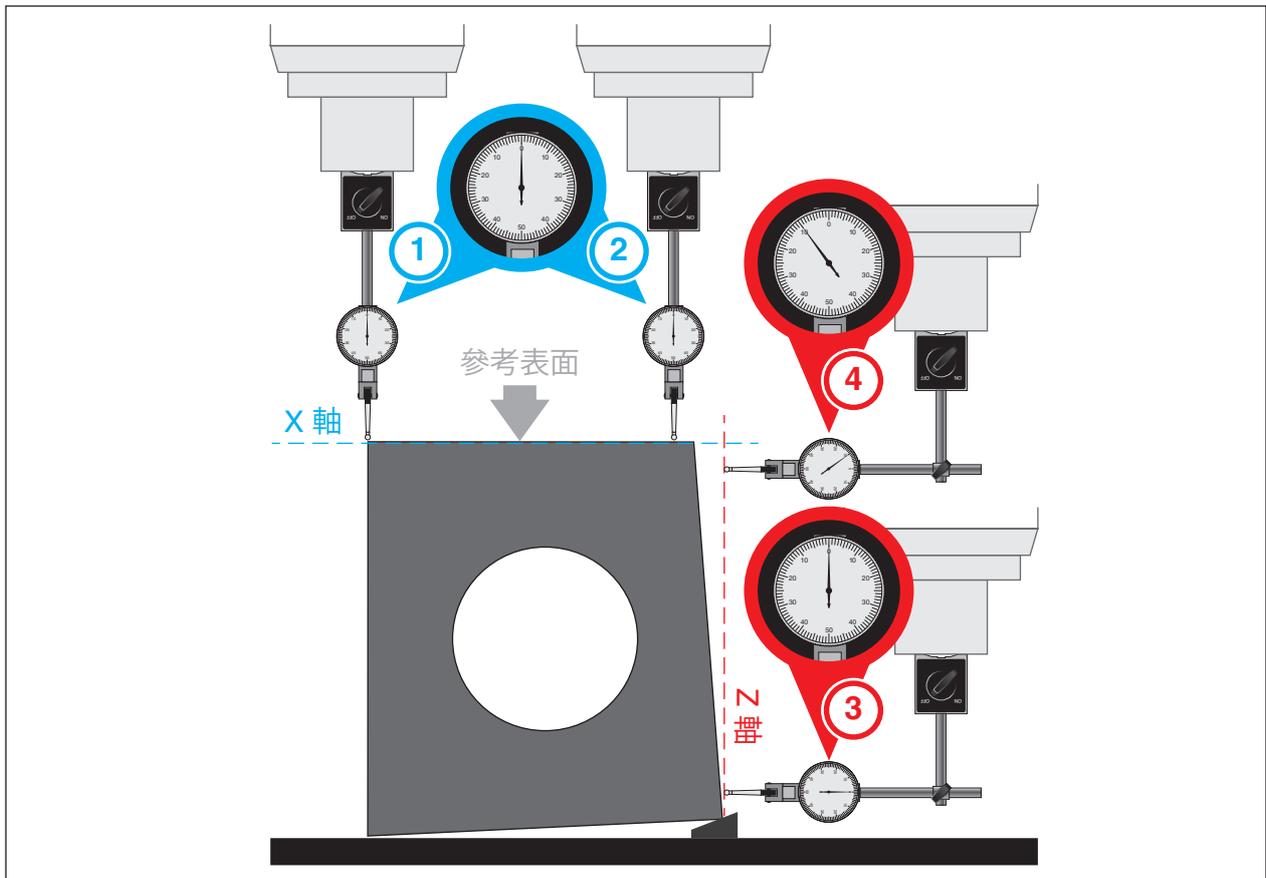
垂直度

- 在機台裝配和維護過程中，垂直度被定義為兩個標稱垂直軸之間的角度。

傳統方法

傳統方法是使用花崗岩角尺和千分錶量測垂直度。量測過程如下：

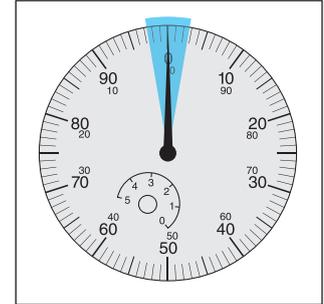
- 將花崗岩角尺的一個參考表面與一個待測軸對齊
- 調整（有時需要使用墊片）花崗岩角尺，直至在點 1 和點 2 位置時，千分錶的讀數均為 0
- 在點 3 位置重新定位千分錶並設定基準
- 點 4 位置的讀數就是兩個軸之間的垂直度



需要考慮的因素

千分錶

- 即使是最高精度的千分錶也具有大約 $\pm 3 \mu\text{m}$ 的整體不確定度，即便其重複性為 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 。
- 這意味著，當使用者看到千分錶讀數為 $0 \mu\text{m}$ 時，實際誤差可能在 $-3 \mu\text{m}$ 至 $+3 \mu\text{m}$ 之間。

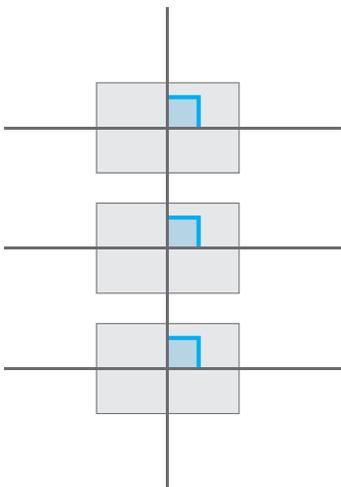


花崗岩角尺誤差

- 操作員很少能夠從最終結果中去除花崗岩角尺誤差 (α)。
- 花崗岩角尺誤差 (α) 的量測也具有不確定度，因為它是使用數位水平儀量測的。

校準誤差

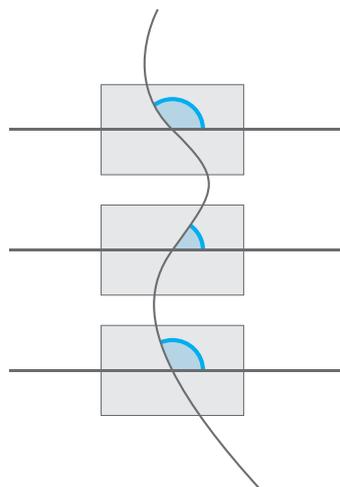
基準參考表面與被測軸從一開始就需要完美對齊，以確保結果精確。然而，由於千分錶自身的不確定度，而且基準參考表面存在真直度變化，因此無法做到完美對齊。



如果 X 軸和 Y 軸完美筆直，那麼這兩個軸在整個機器行程範圍內其垂直度就會保持一致。

真直度誤差

沿每個軸向僅取兩個點的方法忽略了每個軸在整個機器行程範圍內的真直度誤差，假設兩個軸均完全筆直的話。實際上，每個軸均存在真直度誤差，這意味著垂直度在整個軸的方向上並不是恆定不變的，因此垂直度結果會隨著量測位置及真直度誤差的大小而變化。



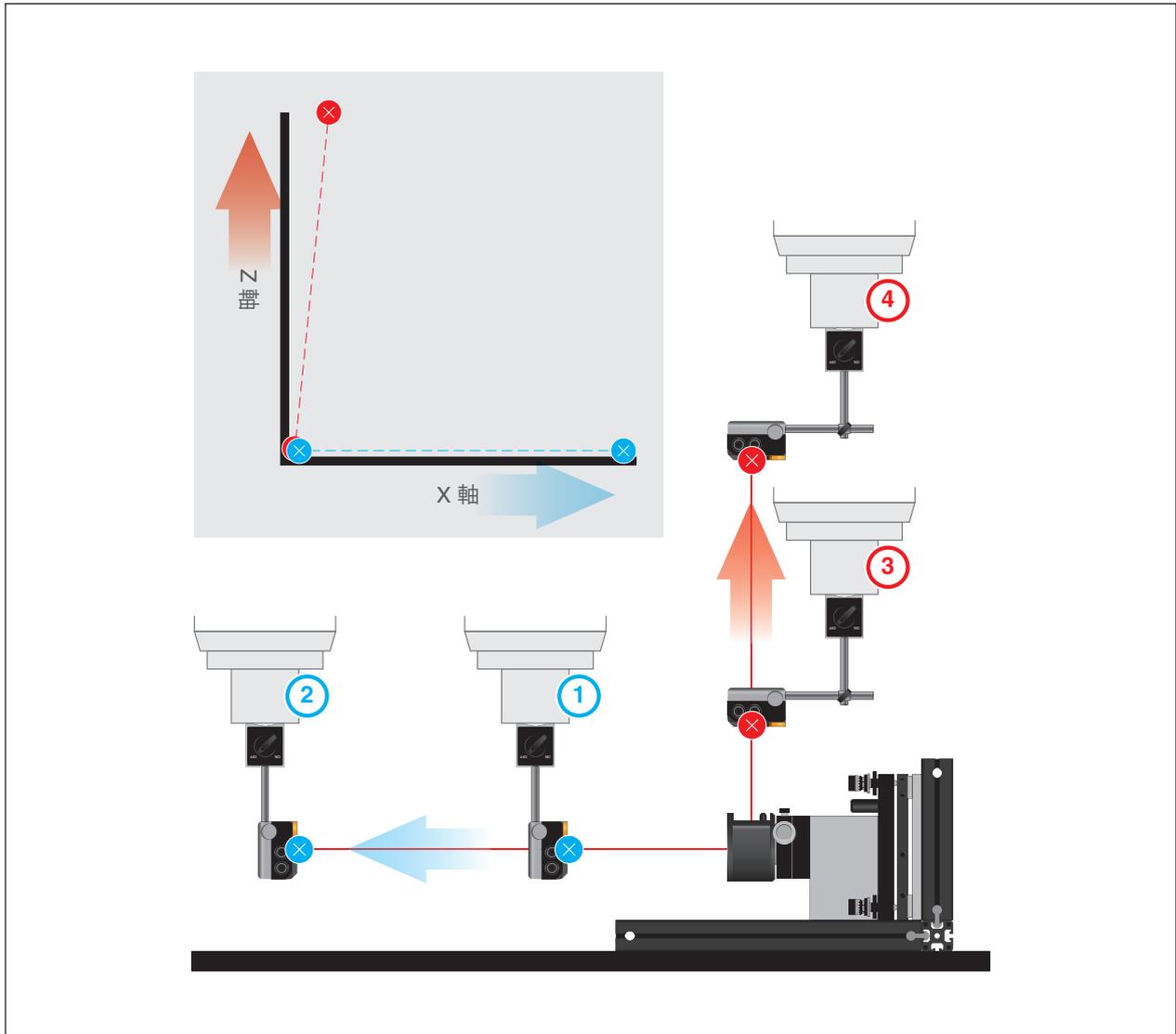
如果 Y 軸存在真直度誤差，那麼 X 軸和 Y 軸在整個機器內的垂直度就會不一致。

使用 XK10 校準雷射系統量測垂直度

XK10 校準雷射系統量測垂直度的方法是，將 XK10 安裝在一個固定位置，旋轉內部五稜鏡將其切換到主要光束行程中，使光束偏轉 90°。所有量測數據均以數位化方式蒐集。

四點法垂直度量測

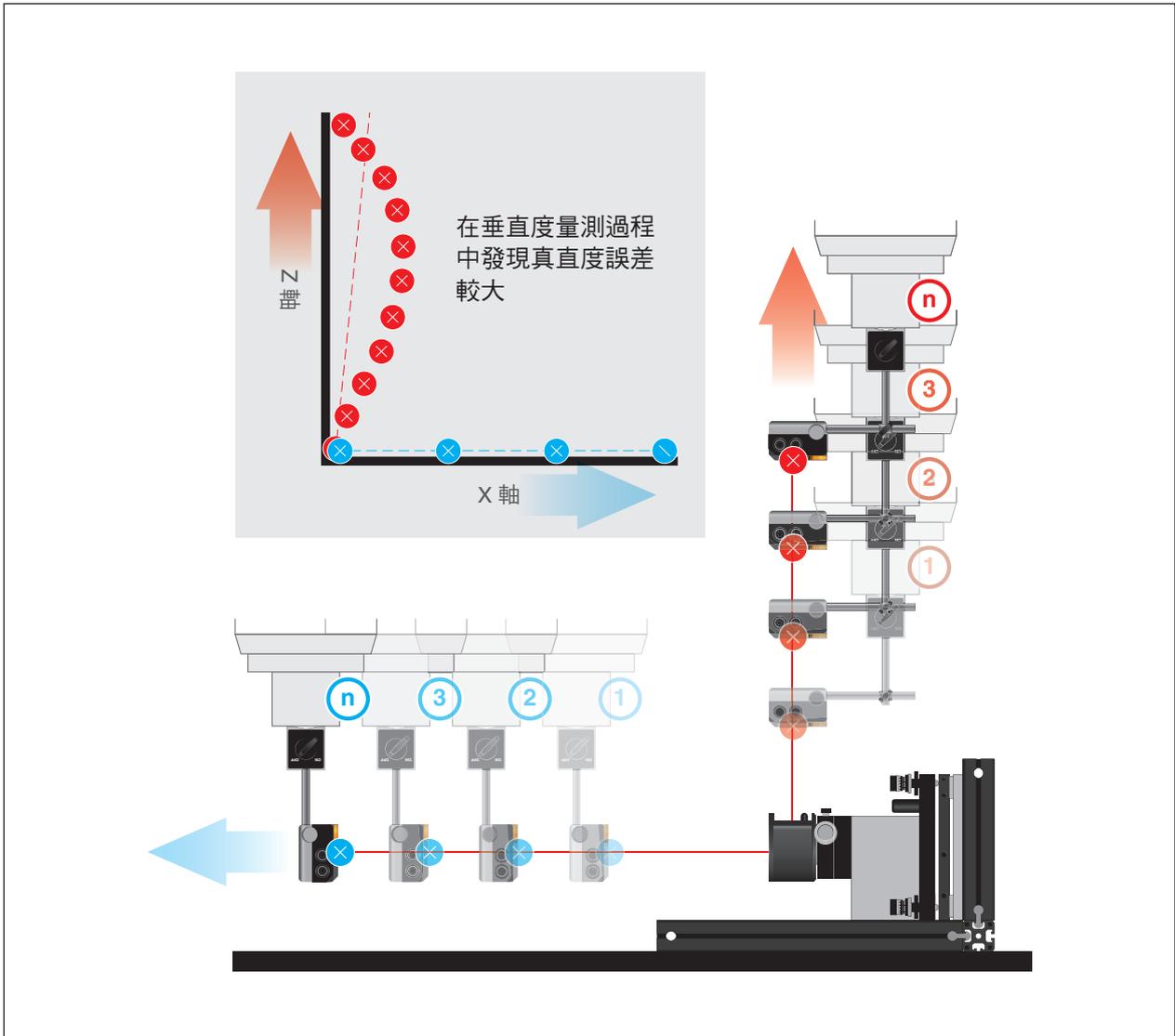
- 與傳統方法的量測過程相似，區別在於：
 - 使用雷射光束對齊參考軸（點 1 和點 2）
 - 使用雷射光束進行校準並不像使用花崗岩角尺般要求那麼嚴格



使用 XK10 校準雷射系統量測垂直度

多點法垂直度量測

- 沿每個軸蒐集多個點的真直度讀數，並將所有點繪製成一條最佳擬合線，進而得出斜率。利用每個軸的斜率計算垂直度。
- 因此，這種方法可以查看每個軸向的真直度誤差，並確定此誤差是否會影響垂直度結果。
- 例如，如果軸向上有一個很大的弧形，就需要先處理真直度問題，否則會導致整個機器工作空間內不同位置的垂直度不一致。



分析 — 垂直度



推算誤差

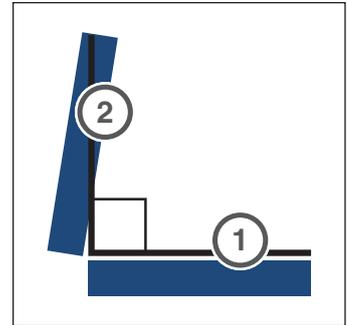
結果應輸出為「 $\mu\text{m}/\text{軸長}$ 」（例如，對於 500 mm x 500 mm 的兩個軸，應為 $\mu\text{m}/500\text{ mm}$ ），否則系統將根據結果進行推算，並假設在更長的軸上也存在完美的真直度。

報告－多點法垂直度量測

測試細節和結果

1. 測試細節－在量測開始時設定，並且必須盡可能精確，因為需要基於軸 1 和軸 2 的軸長以及測得的角度計算垂直度。

軸長	
軸 1 的軸長	812 mm
軸 2 的軸長	812 mm
軸 1 上的量測點數	15
軸 2 上的量測點數	15



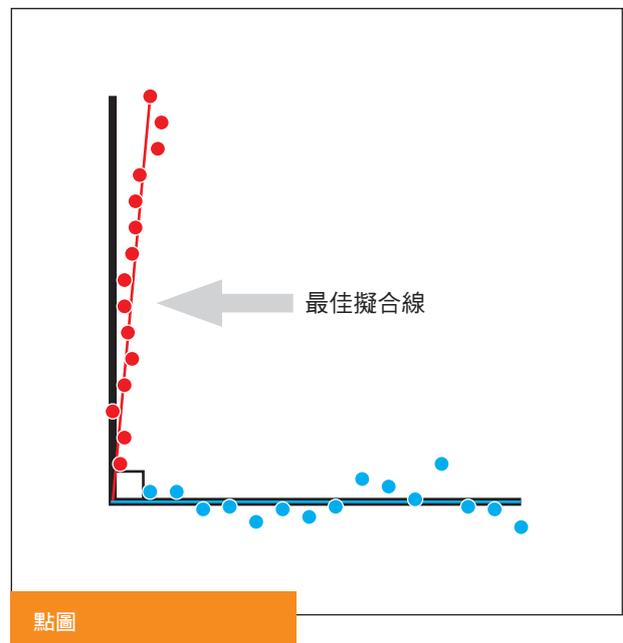
2. 角度－這是基於被測軸長計算得出的兩個軸之間的角度。

垂直度結果		
角度	-0.014/1000 mm	在公差範圍內

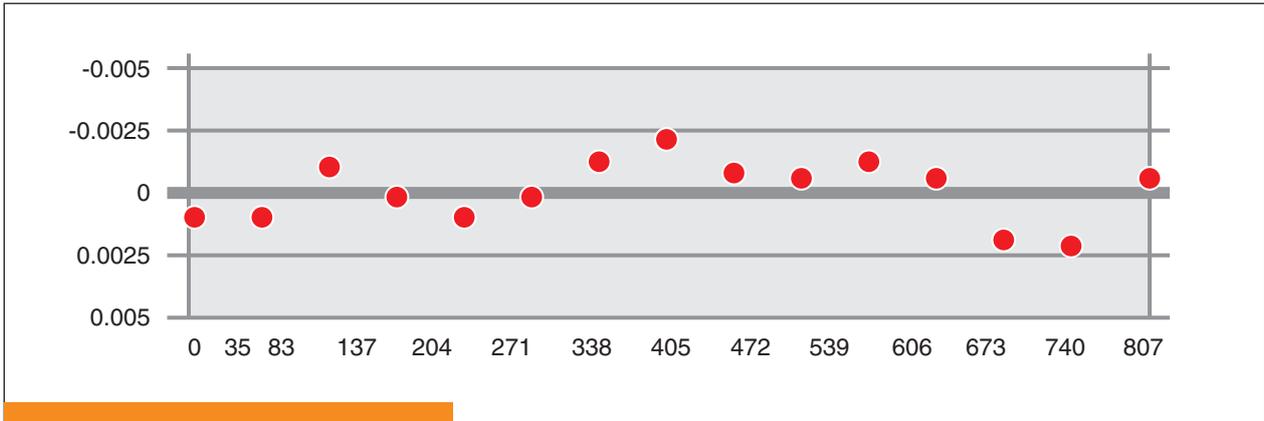
3. 公差－這是使用者設定的允許誤差，預設為 ISO 標準規定的垂直度公差。

公差	
自訂公差	0.020/1000 mm

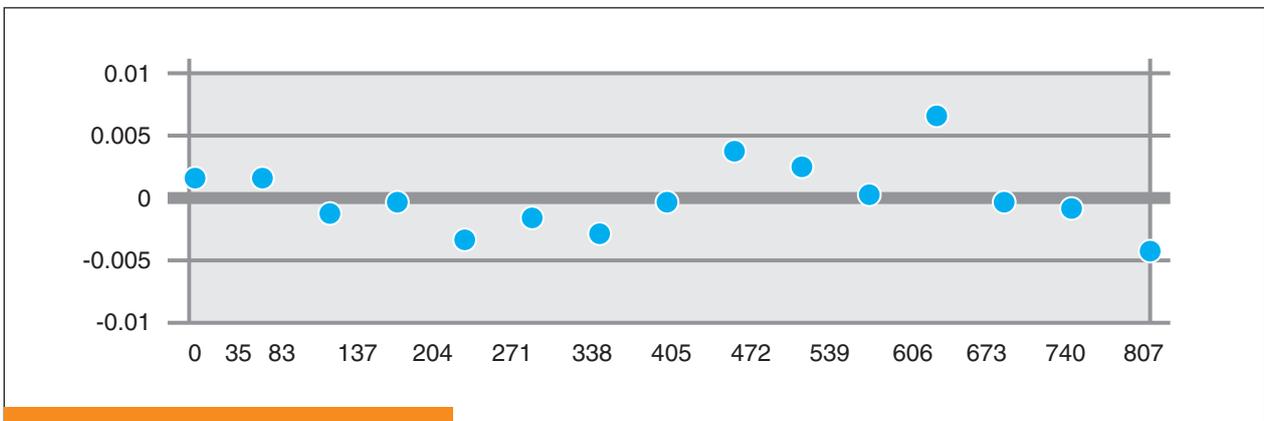
右圖顯示了沿每個軸的真直度結果，以及用於計算兩軸間角度的最佳擬合線。



報告—多點法垂直度量測



軸 2 上的量測點分佈圖



軸 1 上的量測點分佈圖

上方的兩個圖顯示了真直度量測點沿主要圖形中最佳擬合線的「分佈」（斜率已去除），其目的是突出顯示影響垂直度結果的任何噪點或任何主要真直度誤差。

注意：理想情況下，應在量測垂直度之前量測真直度。

使用 XK10 校準雷射系統和傳統方法產生結果可能存在細微差異的原因：

- 四點法與多點法之間的演算法差異
- 機器工作空間內的不同量測位置/潛在的真直度誤差
- 千分錶誤差
- 花崗岩角尺誤差
- XK10 垂直度誤差
- 空氣擾動
- 推算誤差

www.renishaw.com.tw/xk10

#renishaw

+886 4 2460 3799

taiwan@renishaw.com

© 2022 Renishaw plc 保留所有權利。RENISHAW® 及測頭符號是 Renishaw plc 的註冊商標。Renishaw 產品名稱、命名與「apply innovation」標記是 Renishaw plc 或其分公司的商標。其他品牌、產品或公司名稱為各自所有者的商標。Renishaw plc。於英格蘭及威爾斯註冊登記。公司編號：1106260。

註冊辦公室：New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。

儘管本公司於發布本文件時已盡相當之努力驗證其正確性，於法律允許範圍內，本公司概不接納以任何方式產生之擔保、條件、聲明及賠償責任。

零件訂貨號：H-9936-9100-02-A