RENISHAW
apply innovation™

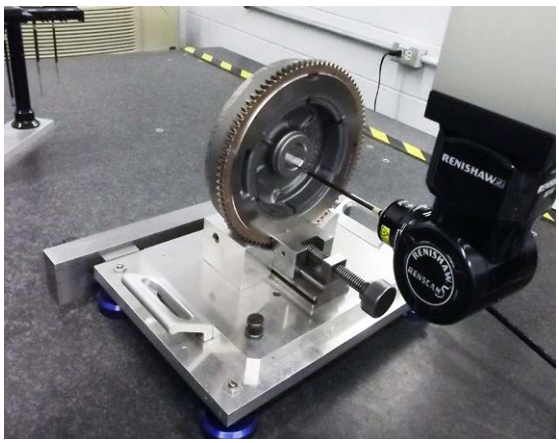
五軸CMM應用在小型引擎工廠－“為品管部門帶來騎乘的驚喜”

在 Kawasaki 的密蘇里州瑪麗維爾工廠，掃描測頭加快了量測資料的收集，以及向生產單位回饋量測結果的速度。將夾持工件在 CMM 上， 以及測頭校正的作業時間從幾小時降至幾分鐘。掃描 CMM 可能最終消除齒輪和凸輪升程檢測系統的同時，量測效率和靈活性的提升也可提高向製造部和研發部回饋的速度。

Kawasaki 鼓勵摩托車愛好者要持續體驗騎乘的驚喜，但另一種驚喜正在其一位於美國密蘇里州瑪麗維爾的小型引擎工廠裏發生。在那裡有兩組 5 軸掃描測頭系統，以極高的效率縮短了 CMM 檢測和測頭校正時間，並加快品管部門 (QC) 回饋檢測結果的速度，以及加工修正小型引擎工件的效能。安裝在 Mitutoyo Crysta-Apex 121210 CMM 上的 5 軸 Renishaw REVO 系統，取代了原先在傳統 3 軸 CMM 上兩組分別安裝了 SP25 掃描測頭的 PH10 測頭座。配備 REVO 的 CMM 在密集的掃描應用時，縮短了一半以上的檢測時間，無需自訂太多特殊形狀與角度的測頭配置，並將測頭校正時間從 6 、 7 小時縮短至大約 45 分鐘，並新增擷取大量量測資料的新功能，改善零件品質。最重要的是，REVO 系統為品管部門大大的改善檢測效率、資料水準和靈活性，提高其作為製造部和研發部策略支援後盾的部門價值。

Kawasaki 製造系統

Kawasaki 的瑪麗維爾工廠成立於 1989 年，面積達 80 萬平方英尺，專門為商用和家用割草機 OEM 製造容積為 1000 cc 或更小的單缸和雙缸的氣冷引擎或水冷引擎，以及為其姊妹工廠製造 ATV 和 Mule™ 多用途載運車。瑪麗維爾工廠的經營項目包括鋁製品壓鑄、塑料注模、大批量加工、噴漆和組裝。每年所製造大約 50 萬個引擎，且在裝運出廠前就已經被預訂而全部銷售一空。



使用 REVO 測頭系統檢驗FX系列的小型引擎飛輪

「我們採用 Kawasaki 製造系統 (KPS) 雖然我們著重小批量生產各類產品，但我們的品質和工程要求可與汽車行業的頂級產品相媲美。」瑪麗維爾工廠的品管技術團隊總監 JC Watts 表示。該工廠有 50 條加工線，通常以 U 型模式排列，起始與終端製程加工機器相對而立。Watts 解釋道，「從根本上看，這是一種一體化製造，加工線透過多個製程高速傳送零件」。透過整合的 Kawasaki 機械手臂，Kawasaki 在許多壓鑄和加工操作上實現了全自動化。在其中一條曲軸箱生產線上，機器手臂裝載加工用的原始材料，並卸載加工完成的成品零件，將其放入庫存，以供組裝線提取使用。加工零件材質包括鋁合金、鑄鐵和鋼。

「我們正在執行類似於汽車傳動系統所使用的公差，用於製造高端產品。製造鋁合金零件可能需要 4 或 5 道關鍵製程，鋼材零件需要 15 道關鍵製程，」Watts 補充說。小於「10μm」的形狀公差，以及位置度 0.05mm的要求不是很常見。

QC 實驗室負責檢測 125 種不同的大批量製造零件，以及供應商零件和用於工程開發的零件。環境控制實驗室位於生產線附近，用於常規檢測的零件透過手推車或列車 (電動拖曳幾輛手推車的電動車) 運送。生產線換線期間，或如果操作員懷疑出現問題，關鍵零組件可由專人運送來進行優先檢測。

5 軸掃描優勢

「開始之初，我們有幾台配有 PH10 測頭座和 SP25 測頭的 3 軸 CMM，和另一台配有固定測頭座的 CMM，」Watts 解釋。「我們對必須設定測頭模組配置感到很挫折，而且即使有了測頭座轉向功能，我們能做的還是非常有限。我們擁有種類繁複的測頭模組配置與組成，6 至 7 小時的校正時間也影響了檢測效率。我們想超越業內標準，因此我們審視並評估了幾種選擇，5 軸 REVO 系統似乎是可供使用的最快捷、最靈活方式。它完全符合我們的要求。」

Kawasaki 在 2009 年購買了一台自出廠就搭載 REVO 系統的全新 Mitutoyo Crysta-Apex 121210，在此套設備投入檢測使用並應用在所有零件程式後，於 2010 年又改裝了一套 REVO 系統在同樣的 Mitutoyo 機器上。

REVO 5 軸掃描測頭每秒可收集高達 6000 個資料點。量測輪廓表面和複雜幾何形狀時的高速精密測量，需要大量的量測資料數據，以高精度驗證擬合與形狀誤差；REVO 即是為此而生。它使用兩個旋轉軸向，一個處於垂直平面上，一個處於水平面上，進行無限旋轉和定位。5 軸的控制與量測軟體驅動測頭座，並使其運動時與 CMM 的線性軸同步。前瞻性演算機制用以協調連續運動，驅動測頭路徑和 CMM。測頭調整位置並同時測量移動、以每秒高達 500 mm 的掃描速度使探針端部與不斷變化的輪廓接觸。

「雖然 SP25 為掃描測頭，但是我們過去有 95% 比例採用點接觸式量測，因為 3 軸 CMM 的掃描速度非常慢。」Watts 解釋道。「點接觸式量測不足以滿足我們的需要，汽缸孔和曲柄孔內量測就是最好的證明。為了精確地收集足夠的資料點去量測直徑為 80 至 100mm、長度為 150mm 的內孔幾何形狀，SP25 測頭需要大量的時間，以致我們的檢測受限於機器設定，或必須根據設計部特殊要求來進行。目前，在我們量測的每個曲柄箱上，REVO 對曲柄內孔進行螺旋掃描，系統將數值輸出至軟體。

在 Kawasaki 位於瑪麗維爾工廠內，搭載 REVO 測頭的CMM

我們也向品管部門、工程部或製造部內任何人都可使用的網路發送資料點的圖形，這確實可以幫助排除許多問題，並看見問題所在。SP25 需要用 3-4 分鐘量測物體，而 REVO 僅需要 10 秒鐘。」REVO 掃描測頭不但具備全部功能，而且還無需點接觸式量測。目前，95% 的檢測利用 REVO 掃描完成，而且不會遇到以前的「時間過長」問題，這樣 Kawasaki 可以收集大量的資料，甚至能夠挑戰分析資料的電腦速度。需要點觸發式量測時，REVO 測頭也可以進行「頭碰方式」量測或用於傳統機械-三軸接觸式量測。

「透過掃描檢測，我們的製造和工程人員對資料的有效程度更有信心，」Watts 補充道。「如果僅使用點觸發功能量測，並且只取樣七八個點時，很容易因為單一個髒汙點的量測錯誤，導致真圓度狀況不佳的量測結果。它會使圓的量測結果位置偏移。我們有實際記載的範例：由於點接觸式測頭取樣資料的數量問題－我們用點接觸式量測無法偵測到加工面的平整度缺陷，並無法完整量測汽缸內孔幾何形狀。產品出廠前我們找出這些問題，但零件還是成為了廢品。REVO 的掃描能力可以讓我們更加快速地發現形狀錯誤，而不存在檢測時間過長問題。它確實讓我們及早發現品質問題。」

測頭配置越少，靈活性也越大

透過 REVO，目前瑪麗維爾工廠擁有的兩組測頭配置，可以量測所有大量生產的零件，並將自訂的測頭與探針配置，保存在交換架上，用於一些特殊應用。針對供應商零件也無需特殊配置，因為 REVO 的無限定位角度可以量測零件，而不需要特殊夾具或考慮使用何種測頭。因為測頭需要設置的數量非常少，校正時間已降至 46 分鐘左右。目前，QC 技術人員只需監控校正狀況，而不是對每次換班都進行校正。

「目前，我們僅用兩種測頭配置便可量測所有大批量製造的零件，」Watts 說。「由於 REVO 在探針和工件間產生一個較大的進入與量測夾角，我們可以省去大球徑探針的配置。掃描期間，REVO 維持進入與量測夾角，量測 5mm 小型內孔的測針，也可以用來量測像是汽缸腔這樣的大圓柱形輪廓，而且測針也不會脫落。」

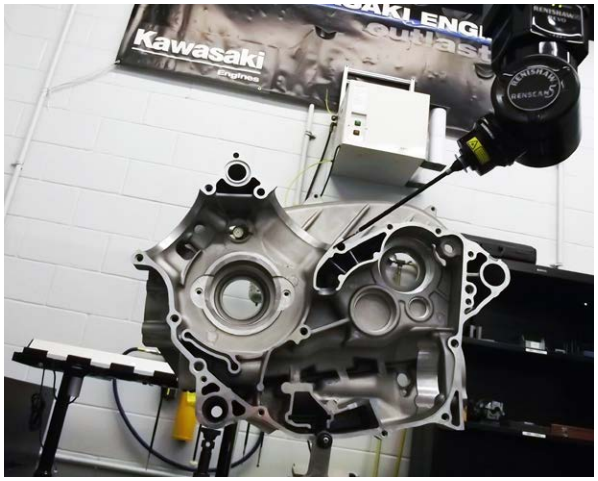
REVO 系統的靈活性也證明了能為 Kawasaki 節省時間。「我們可以透過一定數量的夾具在任何機器上量測任何零件，無需特殊校正，」Watts 說。「我們在三種夾具上量測所有的零件。REVO 測頭在最初對齊後會自動根據零件定位。幾乎已經不再使用特殊夾具，無需擔心零件對齊引起的量測錯誤。」

Kawasaki 使用 Mitutoyo 的 Mcosmos 3.1 軟體制定與編程所有廠內的檢測程式。透過內部的編程開發，REVO 升級促進了量測程式的參數和模組化編程的轉換與升級。這可使程式用於某一零件系列。「例如，我們可能擁有 30 個不同的曲軸，但因為每個曲軸的輪廓相同，僅尺寸和位置不同，我們可以使用相同的檢測程式來量測所有零件，」Watts 表示。「那是我們獲取的其中一項巨大好處。」REVO 系統的無限角度使建立參數程式變得簡單，因為由於輪廓的尺寸和方向，無需擔心探針干涉到零件輪廓與特徵。測頭自動將法線對齊為正在測量的輪廓，簡化了編程。

檢測速度越快，QC 向研發部門提供的資料品質越好

Watts 說，從 3 軸轉換至 5 軸編程並不困難，能力有限的程式編輯者仍然可以將 REVO 檢測程序編輯為 3 軸模式。然而，當涉及到優化檢測速度時，要盡可能多地使用測頭運動量測，這一點非常重要。「這樣您可以最快地掃描零件，而不會造成量測錯誤，」他補充說。「REVO 使許多事情成為可能，且幾乎沒有任何限制，這樣技術嫻熟和技術不太熟練的程式編輯者均能提高檢測速度。」

檢測結果可以手動傳輸到生產線，或由生產線操作員透過電腦網路，對存放路徑下的量測結果進行查詢。「我們的一些檢測報告直接將測得結果的偏置量，回饋至加工中心坐標系；CNC 操作員可以立即從明確的報告讀取偏置量並進行調整，避免了操作員誤讀需要輸入的偏量，」Watts 解釋說。



REVO 量測作動中

「我們利用一些「最合適」的演算機制並配合製造工程師的工作，尤其是針對需要更複雜演算機制的零件來進行準確調整，並同時針對多個製程調整。在 REVO 之前，我們不太有能力做到這件事。REVO 可讓我們利用參數編程，參數編程反而使我們更容易全面提高檢驗能力。」

據 Watts 表示，在速度、資料品質、檢測能力方面，5 軸 CMM 掃描對於瑪麗維爾工廠的品管部門來說是一種重大改變。「我們從兩台完全相同的機器中獲益頗多，如果一台機器出現故障或無法進行校正，還可以在另一台機器上量測重要零件。這是品管實驗室的一大助益，因為必要時我們必須在小型 CMM 上檢測大零件，或需要設置特殊角度才能量測的零件，但機器卻無法設置這種角度。研發部門過去常常要求我們量測某些幾何形狀，我們幾乎不可能在分配的作業時間內完成量測。現在，我們可以更加快速地提供資料，而且是掃描資料，我們的員工對此更加有信心。新的應用所得到的靈活性、減少使用夾具、形狀量測、參數編程 — 這些全部都是除了檢測速度提升以外的附屬優點。」

瑪麗維爾工廠透過兩台配備 REVO 的 CMM 檢測超過 5 萬個零件，Watts 表示如果評估後可行，計劃將 REVO 系統的使用擴展到齒輪檢測和凸輪升程檢驗。「我們已在本軟體內為凸輪升程檢驗，開發自己的驗算機制和子程式，由於測頭必須量測凸起升程所需的角度，如果沒有 REVO 系統，開發過程會更加困難。」

www.renishaw.com.tw/CMM

Renishaw Taiwan Inc

台中市南屯區文心路一段
218號18樓之1 40865
臺灣

T +886 4 2473 3177
F +886 4 2473 3133
E taiwan@renishaw.com

www.renishaw.com.tw

RENISHAW
apply innovation™

關於 Renishaw

Renishaw 在產品的開發與製造上堅持著多年以來積極創新的歷史傳統，已確立其在世界上工程技術領域不可撼動的領導地位。自1973 年創立至今，公司不斷地提供尖端科技之產品，除了可以提高加工製程產能與改善產品品質外，並提供高經濟效益的自動化解決方案。

遍佈全球的子公司及經銷商網路為客戶提供優質便捷的全方位的服務與支援。

產品包括：

- 堆疊快速成型製造、真空鑄造、及微型射出成型之技術 – 用於設計開發、原型測試及生產等之應用
- 牙科 – CAD/CAM 假牙掃描系統及結構材料之供應
- 光學尺 – 高精度線性、角度及旋轉定位回饋系統
- 夾治具系統 – 應用於 CMM(三次元量床)及多功能檢具系統
- 多功能檢具系統 – 應用於加工零件之比對量測
- 高速雷射量測與探測系統 – 應用於險峻的地理環境
- 雷射干涉儀及循圓測試系統 – 應用於工具機性能診斷與量測校正
- 醫療儀器 – 腦神經外科手術應用
- 工具機測頭系統與軟體 – CNC 工具機工件座標設定、刀具檢測及工件量測之應用
- 拉曼光譜儀系統 – 非破壞性材料分析應用
- 測頭與軟體系統 – CMM（三次元量床）量測之應用
- 測針 – CMM 與工具機測頭系統之應用

有關全球聯繫之相關資訊，請上網站 www.renishaw.com.tw/contact。

RENISHAW 竭力確保在發佈日期時，此份文件內容之準確性及可靠性，但對文件內容之準確性及可靠性將不做任何擔保。RENISHAW 概不會就此文件內容之任何不正確或遺漏所引致之任何損失或損害承擔任何法律責任。

© 20xx Renishaw plc。 保留所有權利。
Renishaw 保留更改產品規格的權利，恕不另行通知。
RENISHAW 及 RENISHAW 公司徽標中的測頭符號是 Renishaw 公司在英國及其他國家或地區的註冊商標。**apply innovation**, 及其他 Renishaw 產品和技術的名稱與命名是 Renishaw plc 及旗下子公司的商標。
本文件中使用的所有其他品牌名稱和產品名稱為各自所有者的商品名稱、服務標誌、商標或註冊商標。

H-5650-3329-01-A

文件訂貨號:H-5650-3329-01-A
版本:11.2015