



Renishaw 獨創的「刀具辨別系統」 可輕鬆檢測破損刀具

摘要

快速、可靠地檢測出破損刀具對於許多加工中心都至關重要。破損刀具會導致工件報廢和重工，若未及時發現，還可能會影響後續製程，進而造成嚴重損失。傳統的「接觸式」刀具破損檢測系統存在一些弱點，而且往往不適合檢測小尺寸刀具。

近年來，隨著雷射系統的出現，非接觸式刀具破損檢測已然可行，並且能夠安全地量測更多小尺寸刀具。然而，使用「光束遮擋」系統進行刀具破損檢測也有其自身弱點，因為這類系統無法區分刀具與污染物（如冷卻液和切屑），並且很可能價格不菲。Renishaw 新推出的創新型雷射系統克服了這些侷限，能夠極其快速、可靠地進行刀具破損檢測。

現有的刀具破損檢測系統

目前，使用「接觸式」系統是最常見的刀具破損檢測方法。這些系統通常可分為兩種類型：「按鈕」系統和「旋轉桿」系統。按鈕型系統的工作原理是，當刀具碰觸到「按鈕」時會觸發設備，進而確認刀具存在且未破損。

旋轉桿型系統包含一個致動器，該致動器將轉動檢測棒，直至其碰觸到刀具。因此，如果沒有碰觸到刀具，則表明刀具已經破損。

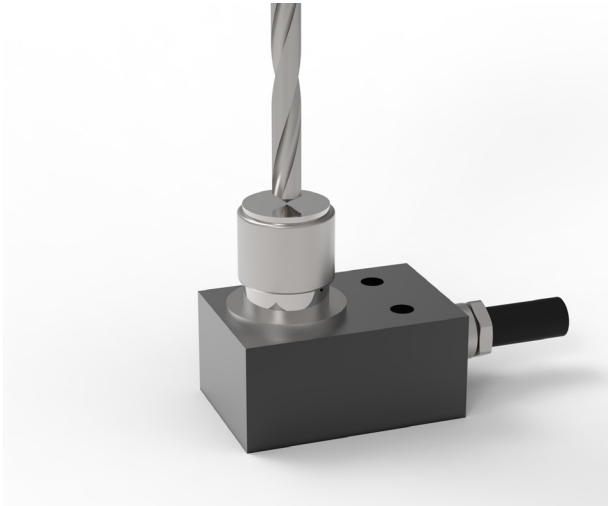


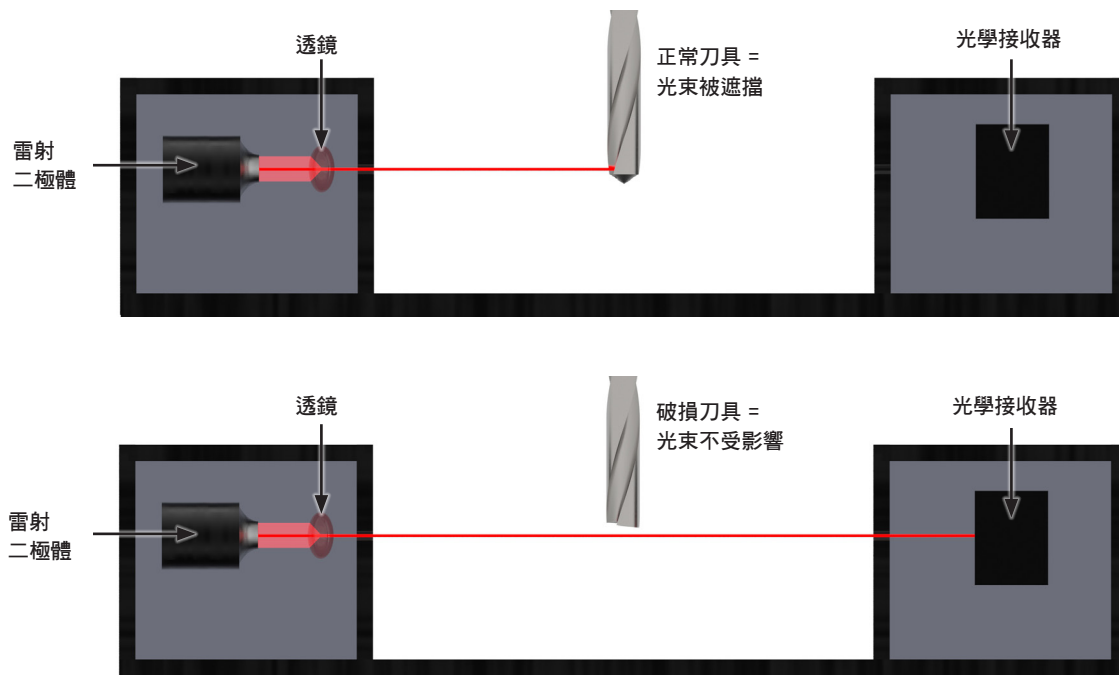
圖 1 按鈕型系統示例



圖 2 桿型系統示例

傳統的非接觸式刀具設定系統使用一條雷射光束，該光束在發射器和接收器之間傳輸。發射器和接收器可安裝在工具機的工作台上，或者安裝在工作台兩側，使光束穿過工作空間。

當刀具進入光束路徑中時，接收器接收到的雷射量會減少，並產生觸發訊號。如果接收器接收到的雷射量並未減少，則假定刀具沒有如預期那樣遮擋光束，因此表明刀具已經破損。



傳統系統的侷限性

傳統的接觸式和非接觸式系統各有所長，適用於很多應用場合，但它們確實存在一些有待克服的弱點。

接觸式刀具設定系統的一個常見問題是，物理碰觸可能會損壞刀具。小尺寸刀具會因此破損，精細光潔的刀具表面也可能受到損壞。因此，只能對一定規格及直徑的刀具進行安全檢測。此外，使用接觸式方法進行刀具破損檢測時，為了避免損壞刀具，檢測過程可能會很慢，這將導致生產循環時間增加。這類系統通常安裝在工作環境內，會佔用工作台上的寶貴空間。

雖然這個問題並不是總會發生，但在空間有限的情況下，就必須尋求其他解決方案。

許多非接觸式系統也安裝在工作台上。對於這兩種系統而言，由於需要將刀具移動到工作台的邊緣進行檢測，因為刀具破損檢測系統通常安裝在這個位置，因此可能會增加循環時間。

非接觸式系統不需要物理碰觸，因此沒有損壞精細刀具的風險，但它們也有一些缺點。由於這種系統通過雷射光束是否被遮擋來檢測破損刀具，而冷卻液和切屑也可能遮擋光束，因此可能會導致系統誤觸發。這樣一來，如果在檢測刀具之前沒有關閉冷卻液流，或者刀具有液滴掉落，這些情況均可能導致雷射光束被遮擋，進而使系統誤認為本已破損的刀具仍完好無損。

延長刀具在光束中停留的時間，讓冷卻液有時間散盡，或者在檢測前利用吹氣系統清潔刀具，這些都可以提高檢測的可靠性。

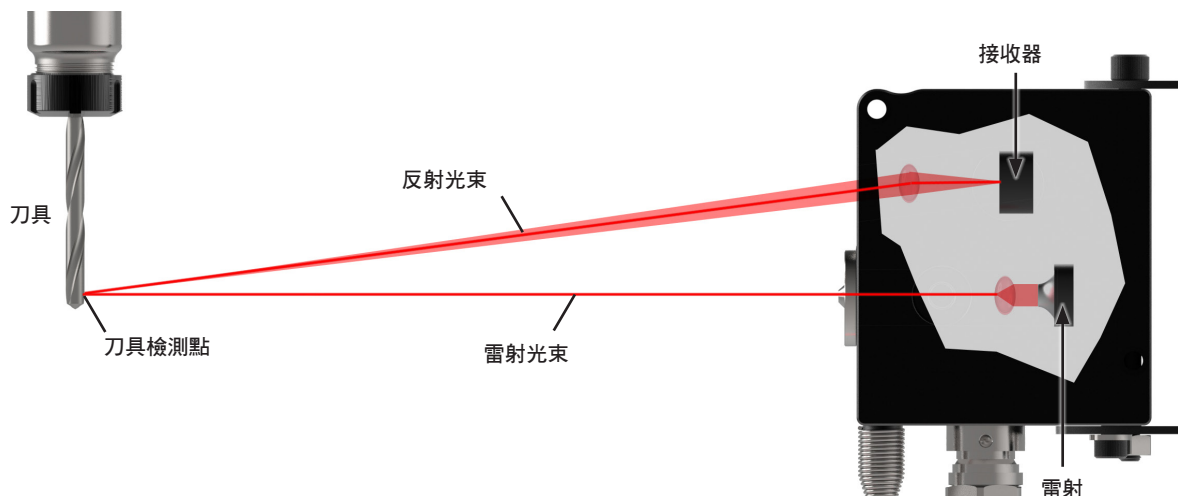
許多接觸式和非接觸式系統都可同時用於刀具破損檢測和刀具設定，但如果僅用於刀具破損檢測，這會是一個成本高昂的方案。

由此可見，市場上需要一種既相對經濟實惠，又快速且可靠的刀具檢測方法。

Renishaw 的應對之策：TRS2

TRS2 是 Renishaw 推出的新一代創新型單側式刀具檢測設備。

TRS2 使用雷射光束，但捨棄了光束遮擋式刀具檢測方法。取而代之的是，TRS2 依靠反射回接收器的光束完成檢測，而接收器與發射器整合在同一個殼體內。隨後，Renishaw 獨創的刀具辨別系統（TRS）電子裝置會檢測刀具是否存在。如果存在，則表示刀具良好，否則可能說明刀具已經損壞。



工作原理

TRS2 使用 ToolWise™ 刀具辨别系統電子裝置，這代表著 Renishaw 在刀具破損檢測的可靠性方面取得了巨大進展。該系統能夠快速、明確地確定刀具是否存在。

TRS2 的工作原理是，將一條二類雷射光束射向刀具上待檢測的點，然後定位刀具，使雷射光束照射到刀尖，通常距離刀具末端 3 mm。

當刀具以 200 rpm、1,000 rpm 或 5,000 rpm 的轉速旋轉時，雷射光束從刀具反射回 TRS2 接收器。反射光的強度會隨著刀具的旋轉發生變化，形成重複的光波波形。TRS2 內的微控制器可以識別這種重複的光波波形，並觸發輸出繼電器，迅速向工具機指示刀具正常，進而使加工循環繼續進行。如果在特定週期結束時未能識別出刀具，應用軟體會發出「刀具破損」報警。

TRS2 可在上述轉速範圍內檢測各種刀具，深孔鑽頭可在 200 rpm 的轉速下檢測，其他刀具可在 5,000 rpm 的轉速下檢測，從而縮短循環時間。

Renishaw 在設計中考慮到了許多因素，以確保操作的安全性和可靠性。TRS2 依靠反射光來辨別刀具，而反射光的強度取決於多種因素，例如刀具尺寸、表面粗糙度、刀具形狀、工作範圍和冷卻液等。如果無法快速辨別刀具，使用者可以更改在發出報警前允許等待的時長。一般情況下，TRS2 辨別正常刀具需要大約 1 秒鐘；但是如果反射光的強度較低，或者重複的光波波形比較模糊，檢測循環時間可能會更長。這僅限於某些特定的情況，並非每個刀具檢測循環都是如此。

為了檢測小尺寸深色刀具，TRS2 還包含了自動功率系統。如果反射訊號的功率較低，系統會增加傳輸功率，補償此類刀具的低反射率。



理論上，在極端情況下，如果系統沒有在使用者設定的時限內識別出刀具，則會發出刀具破損報警，提供故障保護。

因此，極少會出現檢測循環時間較長的情況，而且僅限於某些特定條件，在這些條件下可以採取措施來減少負面影響。建議改善 TRS2 的應用，以實現最大生產效益。TRS2 安裝靈活、簡便，使用者可以自主調節設備至刀具的距離，快速確定最合適的參數，以確保有效辨別刀具。在盡可能短的檢測距離內使用 TRS2，可以增加反射光的強度。此外，調整刀具上的檢測位置，還可以進一步提高檢測可靠性。例如，在某些刀具上，冷卻液可能會積聚在刀尖附近，因此最好在刀具上的稍高位置進行檢測；也可以考慮高速旋轉刀具，或者在檢測之前使用吹氣系統清除冷卻液。最近，Renishaw 對 TRS2 進行了升級，對電子裝置和軟體進行了調整。在常用條件下，檢測性能可提升高達 69%。

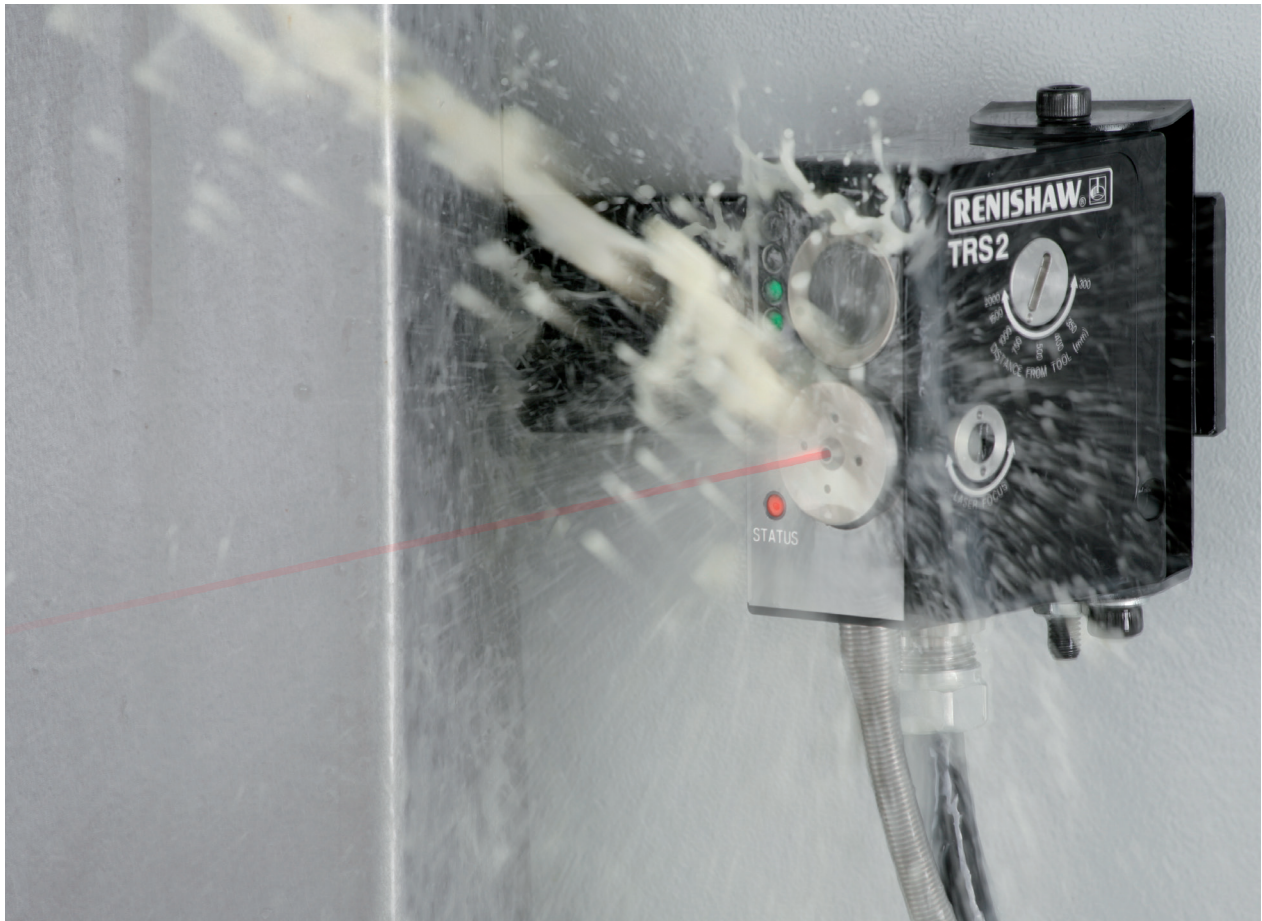
TRS2 的軟體還整合了可供使用者實施的重試邏輯。如果在定義的較短時間段內未檢測到刀具，則可以改變檢測位置或主軸轉速。系統允許逐步重新定位刀具，進而找到沒有切屑或冷卻液、或者反射率略高的檢測位置。一旦檢測到清晰明確的訊號，TRS2 就會觸發，這樣就不必在回應較差的位置不斷重複檢測直至觸發，進而顯著縮短檢測時間。

TRS2 的優勢

與現有的刀具檢測系統相比，TRS2 的創新技術具有諸多優勢。該系統為一體式裝置，結構緊湊、安裝簡便，而且無需 M 代碼或校正程式。它可以安裝在工具機工作區域以外，進而消除碰撞風險並節省工具機工作台上的空間。同樣，由於無需介面，還可以節省安裝時間，也不佔用工具機控制櫃內的空間。

在性能方面，TRS2 的工作距離可達 2 m。TRS2 不會接觸刀具，因此可以安全地檢測直徑小至 0.2 mm 的刀具，並且不會損壞或破壞刀具。使用者可以有更高的進給率，進而縮短循環時間。

TRS2 設計簡約且沒有運動零件，因此堅固耐用、性能可靠，能夠承受極其嚴苛的加工條件。利用清潔氣流對核心零件雷射光學鏡組進行妥善保護，防護等級達到 IPX8；氣流與雷射光束從同一個孔中射出，可防止污染物進入設備。TRS2 簡便易用的優點使其成為一種經濟高效的刀具破損檢測解決方案。



www.renishaw.com/machinetool



#renishaw

+886 (4) 2460 3799

✉ taiwan@renishaw.com

© 2025 Renishaw plc 版權所有。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。其他品牌名、產品名或公司名為其各自所有者的商標。Renishaw plc 在英格蘭和威爾士註冊。公司編號：1106260。註冊辦公地：New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。

在出版本文時，我們為核實本文的準確性作出了巨大努力，但在法律允許的範圍內，無論因何產生的所有擔保、條件、聲明和責任均被排除在外。

文件編號：H-5650-2069-02-A