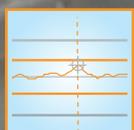


差速器外殼：大量車銑零件的自動化製程控制



關鍵特徵在線控制



製程偏移補償



提升生產靈活度



概述

差速器外殼製造商經由 CNC 工具機、銑床等多項生產作業程序，為配套的齒輪組製造外殼。

通常機台會搭配使用各種型式的量測檢具組合，以監控差速器外殼品質，並讓工程師修正製程。然而生產商正在設法減少高成本的定期維護次數，以及高額的資金投入，並努力縮短生產週期。

本案例分析了一個典型的差速器外殼製造製程，說明 Renishaw 技術帶給製造商的真正效益，協助他們提升良率、產能和零件品質，朝向零廢品目標邁進。

差速器外殼製造製程範例* - 未使用 Equator™ 檢具



差速器外殼加工



*其他製造商製程可能不同。

挑戰

1 在一台設備上檢測不同零件種類

現有檢測方法所需檢具的購買成本高，且只能用於檢測一種零件。如要檢測所有零件種類，則需購買許多相似檢具。由於改造及重新利用現有檢具困難重重且成本高昂，因此量測新零件時通常必須購買新檢具。

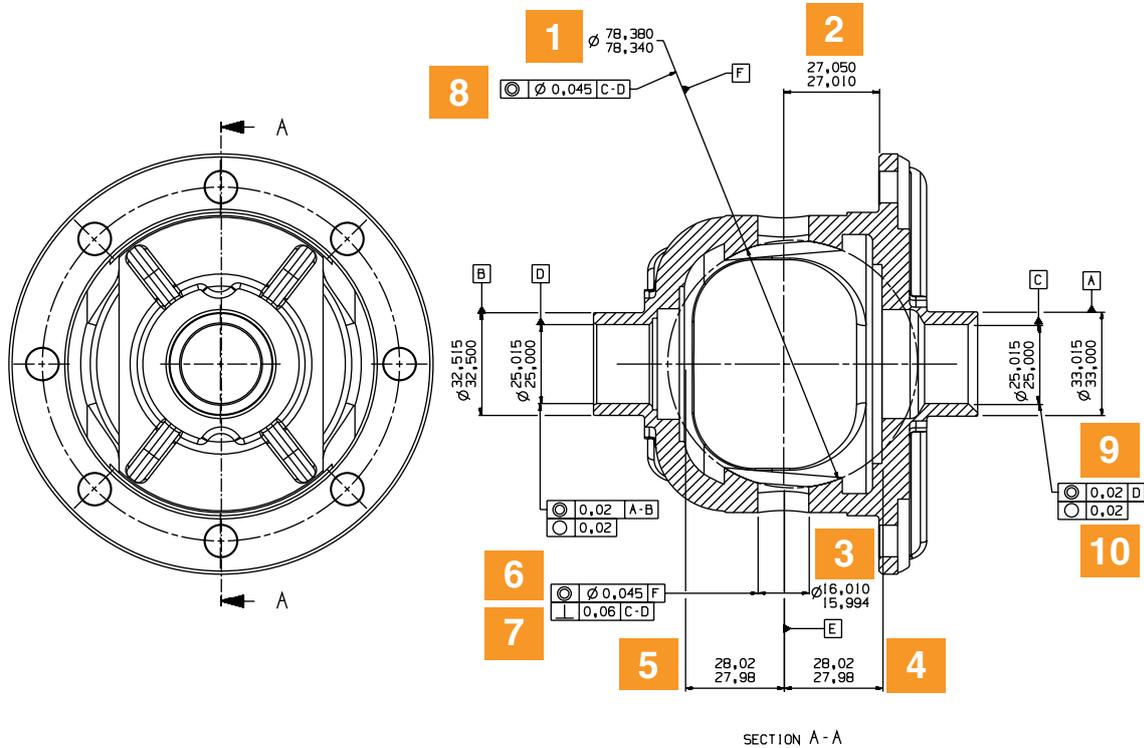
2 提升製程產能及良率

目前工具機加工誤差會造成廢品產生，因此目標是改善製程控制達成零廢品率。

3 在加工週期內檢測關鍵特徵

檢測關鍵特徵可確保平衡性，並讓球面中心對齊內孔。多個檢測階段使檢測變得耗時，導致難以跟上生產週期時間。

差速器外殼檢測要求



#	檢測	公差	為什麼此特徵對零件功能至關重要?	啟動刀具補償操作
1	內球面直徑	$\pm 20 \mu\text{m}$	特徵對齊此中心球面，這是用於定位齒輪組的關鍵特徵。	
2	小齒輪孔軸與安裝面的距離	$\pm 20 \mu\text{m}$	確保齒輪正確咬合，距離不正確會增加磨損。	
3	齒輪孔軸內徑	$+10/-6 \mu\text{m}$	尺寸不佳會導致難以將差速器與齒輪組和外殼組裝在一起。	
4	內側表面（右側）與球面中心的距離	$\pm 20 \mu\text{m}$	將齒輪安裝至軸上時若裝配不正確將增加磨損。	
5	內側表面（左側）與球面中心的距離	$\pm 20 \mu\text{m}$	將齒輪安裝至軸上時若裝配不正確將增加磨損。	
6	小齒輪孔軸與球面軸的同心度	$45 \mu\text{m}$	確保齒輪正確咬合。	
7	小齒輪孔軸與輪軸軸線的垂直度	$60 \mu\text{m}$	確保齒輪正確咬合。	
8	球面相對於 C、D 直線的同心度	$45 \mu\text{m}$	確保小齒輪及輪軸齒輪對齊，錯位偏差可能造成兩套齒輪組高度磨損並提前故障。	
9	C 基準與 D 基準之間的同心度	$20 \mu\text{m}$	確保輪軸中心對準，對準不正確會增加磨損。	
10	C 基準的真圓度	$20 \mu\text{m}$	確保與輪軸的良好裝配，避免造成裝配不良及可能的不均勻磨損情形。	

關鍵：



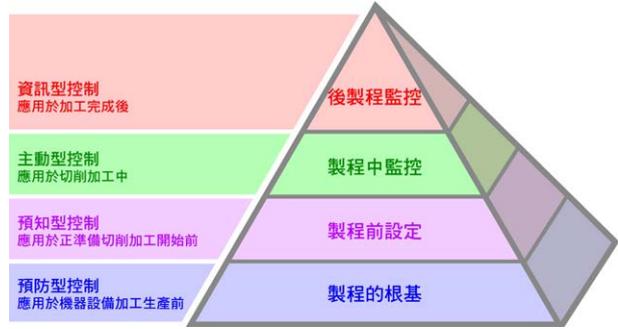
檢測指定特徵，自動更新刀具補正。

請注意：除了幾何特徵回饋以外，外型的監控亦可顯示出刀具狀態。

製程解析

Renishaw 工程師以 Renishaw 的 **Productive Process Pyramid™**，解析差速器外殼製造過程的主要環節。此架構用於識別與控制在加工過程中的各個主要製程階段可能發生的變化。

製程中控制變化的方法包括：機器維護與校正、刀具破損檢測，以及在生產現場使用檢具量測及回饋。



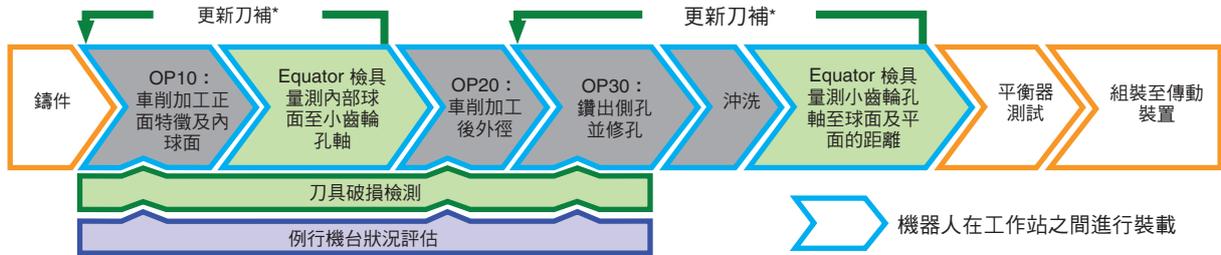
Productive Process Pyramid™

改進製程的機會

原始製程



改善後的製程



* 補正更新可透過 IPC (Intelligent Process Control - 智慧型製程控制) 軟體自動應用，將尺寸資料傳向 CNC 控制器進行刀補更新。也可依據 Process Monitor 顯示的檢測資料手動更新。

成果

對差速器外殼製造商而言，最重要的就是安裝 Equator 檢具系統，將三個階段的檢測動作整合至單一裝置進行，進而降低投入的資金和後續相關費用。由於現在可以在加工週期內檢測關鍵特徵，因此也能簡化檢測作業。自動刀具補正更新可讓產品的特徵更接近標稱值，提升良率和品質。



效益總結

1 一次檢測所有零件尺寸

Equator 檢具系統適用於檢測位置與幾何形狀特徵等所有尺寸，無需使用其他檢測設備。Equator 可檢測 10 種關鍵特徵，並傳送 6 個刀補更新至工具機控制器。

#	檢測 總耗時：2 分 45 秒	公差	Gauge R&R % of tol *	Gauge R&R range *
1	內球面直徑	±20 µm	1.5%	0.5 µm
2	小齒輪孔軸與安裝面的距離	± 20 µm	3.7%	1.1 µm
3	齒輪孔軸內徑	+10/-6 µm	6.0%	0.7 µm
4	內側表面（右側）與球面中心的距離	±20 µm	4.5%	1.4 µm
5	內側表面（左側）與球面中心的距離	±20 µm	5.0%	1.5 µm
6	小齒輪孔軸與球面軸的同心度	45 µm	3.2%	2.7 µm
7	小齒輪孔軸與輪軸軸線的垂直度	60 µm	3.3%	2.1 µm
8	球面相對於 C、D 直線的同心度	45 µm	1.3%	0.8 µm
9	C 基準與 D 基準之間的同心度	20 µm	6.9%	1.4 µm
10	C 基準的真圓度	20 µm	3.2%	1.0 µm

* Type 1 Gauge R&R - 相同零件重複上、下料檢測 30 次。

2 提升製程良率及品質

Equator 使用 IPC 軟體提供全自動化的偏正更新，持續監控關鍵特徵的量測資料。當需要刀具補正更新，就會將更新資料傳送至 CNC 控制器，調整後續零件的加工，讓特徵回復到標稱值。持續控制製程偏移可讓製程能力指數 (CpK) 提升至 1.67 以上。



Process Monitor 畫面範例顯示刀具磨耗造成的偏移，透過 IPC 進行修正

3 於加工週期內檢測關鍵特徵

Equator 的高速掃描功能以及量測每個特徵的能力，使其能在週期內 100% 檢測零件。Equator 經編程設定，能夠檢測多種零件設計和種類。由於不再需要多個單一檢具，因此可減少資本支出及後續相關成本。零件選擇只要幾秒鐘就能完成，更換時間也比過往的手動檢具更短。Equator 檢具系統能檢測幾何特徵，可減輕 CMM 的負擔，專注處理品保作業。



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：

- 堆疊快速成型製造及真空鑄造之技術 - 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。

© 2018-2020 Renishaw plc. 保留所有權利。

Renishaw 保留更改產品規格之權利，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。

本文件中使用的任何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 - 5504 - 8954 - 02

文件訂貨號:H-5504-8954-02-A

版本:08.2020