



## 日本扣件科技研發趨勢： 不只高端化，更擁抱工業4.0

世界上最有資格講工業4.0的國家，大概非德、美、日莫屬，其中我們就來談談日本。日本的扣件技術很早就進入高端化，但在近兩年來，導入工業4.0的趨勢越來越明顯，因為日本的龍頭企業正在領銜主導這件事！在談論日本的「4.0進化」之前，必須先了解日本扣件製造業者的研發趨勢。

### 趨勢一：防鬆脫技術

日本扣件研發的代表作絕對是令人佩服的防鬆脫技術，在當地研發防鬆脫扣件的廠商多到數不清，可以說是日本扣件研發的「家常菜」了。但因為日本人天生愛創新的一股衝勁，每每都能端出更進化的防鬆脫扣件。縱使某些只是前一代的些微強化，但對於面對一億人口和上千家同業競爭的日本扣件業者來說，能多防止幾個百分比的鬆脫就是一個致勝先機，所以可想像創意發想大國的競爭有多激烈。

過去兩年有幾個例子可循。其一是防鬆脫花瓣扣件，日本人突發奇想，用兩個三角彈簧形成的花瓣結構來扣緊螺帽，進而防止螺帽從螺帽鬆脫。其二是一種號稱不鬆不斷的螺絲，所有螺絲上所有的牙都會產生反作用力，而不會讓應力僅分散到前6條牙而已。其三是一種透過低緊固扭力與高破斷強度的差距獲得大幅扭力的自攻螺絲，透過扭力的差距，可以確保穩定鎖固。

這些只是冰山一角，要說日本是防鬆脫扣件的發明大國一點也不為過。

### 趨勢二：材質結構的進化

日本在材料研發方面是世界的先驅之一。說到鈦螺絲，台灣是早期製造鈦螺絲的國家之一，而日本也有同業成功發展出鈦材料加工技術，推出專業級鈦螺絲，這家日本同業的鈦螺絲同時擁有純鈦金屬的特性和媲美合金鈦的強度，重量為不鏽鋼螺絲的60%，可以上色。

另一家公司則發展出異種金屬接合技術，只要是冷鍛的材料都可接合，包括鐵、不鏽鋼、銅、鋁等等，發揮各材質的性能並集結在一根螺絲上。還有一家推出了三位一體結構的螺絲，這三位分別是三項專利技術，包括特殊頭部形狀、特殊材料與特殊螺紋，同時實現輕量化、高強度與防鬆脫三大機能。

### 趨勢三：可視化

日本人很重視鎖固作業時間的縮短化和效率化，所以時常推出用目測就能判斷鎖固狀態的扣件。最常見的做法就是在扣件內注入特殊染劑，或在扣件上標註特殊符號，若染劑渲染出來的範圍越廣，或符號斷開了，就代表螺絲、螺帽或墊片其中一樣鬆了。日本市面上有一種錨栓則是在墊圈的部位加裝了一個黑色檢查環，看到了檢查環露出就代表安裝完成了。

### 趨勢四：工業4.0、AI人工智慧、無人機

這是日本這三年內剛起步的趨勢。例如日本某家電信龍頭推出用無人機拍攝來檢測建築螺絲生鏽、龜裂、鬆脫的技術。日本家電龍頭則正與一家扣件廠商合作開發AR技術的螺絲緊固系統，讓操作員頭戴的智慧顯示器顯示出螺絲的鎖固位置，確認是否有以規定的力道鎖固住顯示器標示的螺絲。另一家日企正在開發風力電塔螺絲的監測系統，透過裝在螺絲上的感測器收集數據，監視螺絲是否有劣化。還有一家日本扣件廠商與手錶大廠合作開發搭載物聯網技術的智能螺絲。此智能螺絲可收集分析接合部位的關鍵徵兆，視覺化呈現構造體的時間變化。未來甚至要推出人工智能系統，將多種基礎建設的結構健全度以視覺化呈現。

