

# 扣件產製的缺失可從何鑑定

文/ Peter Standing

「當初如果早點知道就好了!(千金難買早知道)。」法庭上的原告這般絕望的怨喊,肯定是我們最常從人的嘴裡聽到的話。「到底哪裡出錯了?」這句話可是全球通用。

當事人遇到意外的失敗,焦躁不安地擰緊雙拳,這完全是很正常的反應,因為這代表意識到某件意外已然發生,而且應會問意外發生的原因。工程師與信仰宗教並尋求超自然力量協助的懺悔者不同,他們會意識到是自己的責任,他們了解如果自己不動手處理,問題會一直卡在那裡。

那麼該從哪裡開始著手?失效事件絕對是追尋所有工程相關資訊的最重要源頭。有一次我受邀去見證耗資一百萬美金以上的一場受控的汽車撞擊測試。我有印象的不是那些感測器、鏡頭、噪音或是測試的結果,而是當工程師發現自家鉅額又精密的軟體所預測的結果竟然和真實狀況不同時,他們那驚愕的表情。

失效事件的價值在於它本身的不可預測性,因為我們往往無法精確複製失效事件。如果把失效事件棄之不顧,不當作追尋事故發生原因的主要證據來源,那麼就太糟糕又浪費了。一個問題的解決會為我們帶來智慧,而智慧會為我們帶來理解。工程師若不理解,就很容易再遇到同樣的錯誤。在研究圈中,這情形可能還算是可接受的風險,但在商場就不是如此了!

## 追蹤來源

幾個月前大部分的人對「自我疏離(社交距離)」這個詞還很陌生,但悲哀的是現在全球都已經知道這個詞。「自我疏離」這種反應措施也是所有製造商和顧客多年來履行的做法。在正常情況下,如果一切都安好,世事都照舊如常。如果找到了什麼差錯,自我疏離措施就會立刻入場,然後就會有各種鑑定肇因和解決問題的方法手

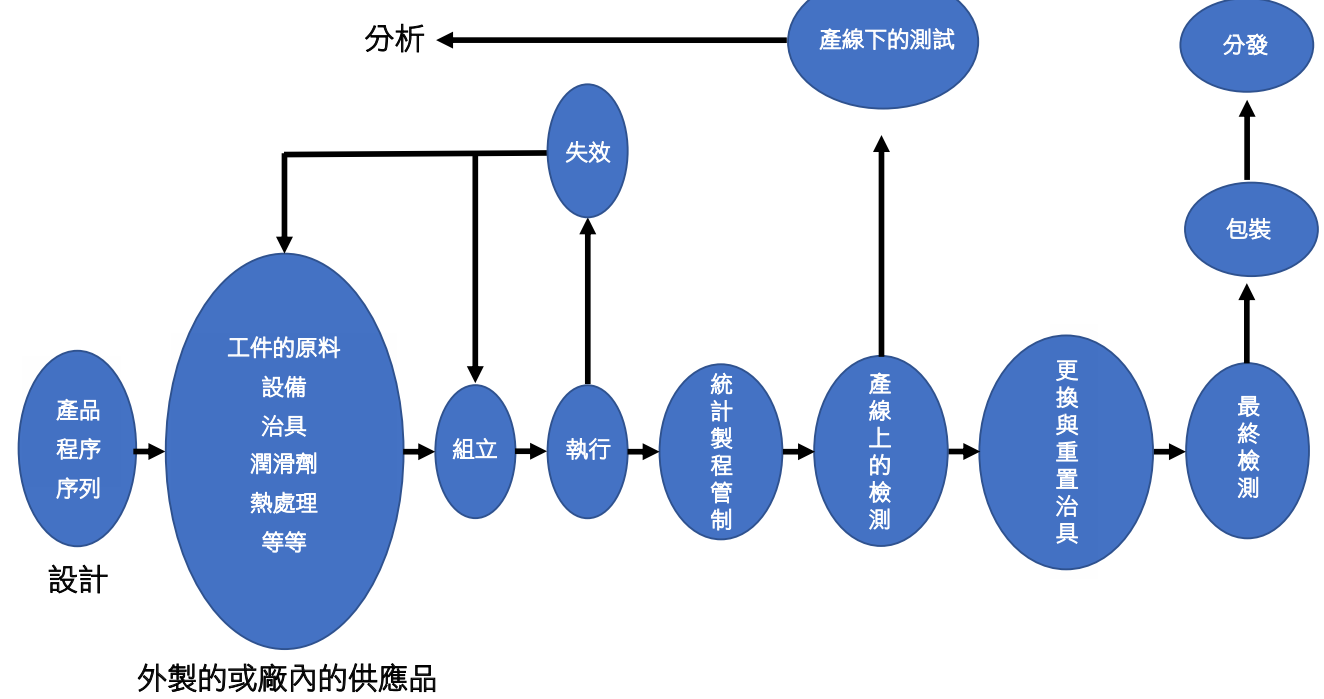
段。在工廠內部找出的錯誤可能會單獨分開處理,如果是在工廠外部發現的,那問題就更嚴重的多,可能會有損害聲譽或危害財務狀況的後果。

如圖1所示,所有的扣件生產都源自設計。產品是透過零件產製過程中必要的程序、設備、序列等等製造出來的。一般大家接受的共識是95%的製造成本都與設計有關。材料與/或表面處理、加工方式的選擇若不妥當,就可能使具有良好設計的產品降低效用。不論生產體制做得多好,設計不佳的產品依舊是個劣品。

當扣件製造商對產品的設計握有完全的控制,這時他們最有機會獲得成功。當然,若是遇到標準件或顧客指定的設計款式,這說法就行不通了。但在製造商與顧客盡可能全面的參與下,不僅會產生可運作的夥伴關係,也能讓供應商創造顧客信心,強化夥伴關係。

假設產品和工廠的產能都符合要求,製程就會從材料的處理開始。隨著扣件產製規模的不同,自然會有不同程度的出貨、存儲、使用前的檢測和製程中的採樣。如果產量大,就會需要在廠內檢測設備來持續支撐製程的每個環節。裝在產線設備上的感測器會監控零件,並提供機器性能的相關資訊,以用於統計製程管制,而前述產線下的採取的措施則會輔助感測器。取得越精密的數據來搭配可用來監測趨勢的分析方法,工廠的管理階層就能有更大的控制空間。掌握了這種資訊,就可以把

圖 1. 鑑定缺失：廠內



治具的更換與保修納入排程，以獲得產能的最大效率。

大型的扣件製造商產量可能比特殊領域的製造商高出好幾倍。透過製程控制，瑕疵品要逃脫偵測並從工廠流出去的機率通常很小。這是因為大規模產能的成果，證實了對全廠的品管方式和設備做投資以確保品質標準，是一個正當且有用的作法。

如果製造商必須在不同的時間點隨機購買線材，那麼入廠的材料材質(即使是標準材料)也就會是隨機的。這是因為金屬合金的主要製造商會在產量方面競逐低成本，所以他們生產的某項產品越多，價格就越低。然而即使產品的化學成分和加工方式會遵守一個指定的標準，不同批次的產品仍會有差異。所以對生產小批量的小型扣件製造商來說，被加工的零件會有不同的特性。這大致上不會產生什麼問題，但如果因為設備本身有侷限，而透過加工的方式把材料的性能逼到極限，就可能會發生問題。

顯然這就會讓治具嚴重失效，但龜裂的治具可能會使成形的零件產生肉眼無法辨識的缺陷。過度冷加工會產生上述以及其他肉眼不可見的缺陷，這些缺陷可能會讓應力增加，可能會在熱處理過程中或使用中導致扣件失效。

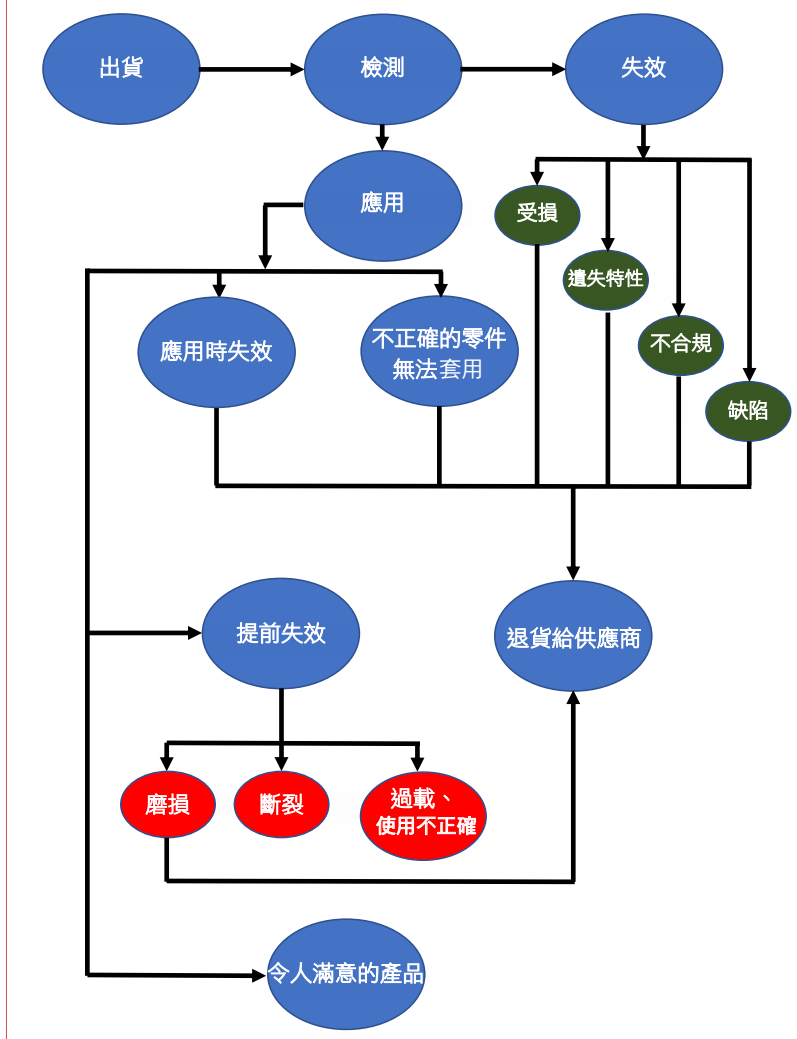
對體質良好的大型扣件製造商來說，透過資金挹注的科學、測試和趨勢分析才能確保企業的成功。站在扣件製造業另一端的是員工，他們主要是靠實際操作的技巧、對設備的熟悉度和自身的知識，透過自身的能力和經驗來面對未知的領域。只要出現新的失效類型，幾乎都要對整個製程做細部的鑑定。

筆者有個典型的親身經歷，是關於一種特定的軍用輕量化金屬合金製扣件。它的材料是從國外採購，都單獨切割好了，而且是在正常的製作條件下製成的。它的生產排程有精心調配，成形的過程中則是把材料的性能逼到了極限。當時筆者注意到一個偶發的問題，發生時會使治具斷裂並產出成形效果不佳的零件。簡言之，這個程序是無法執行的。此失效事件是在公司關廠之後才發生的，而且被認定是因為沒有排程存放材料，讓入廠的材料經久硬化，導致事件發生。這一點，再加上變形現象固有的特性，都超過了治具的應力極限，因此導致治具和零件失效了。一旦恢復了正常的生產排程，經正火處理的材料就會有完美且令人滿意的性能表現。針對此情況，必須了解排序、相關失效事件和材料的表徵，才能鑑定出真正的肇因，並提供合理可接受的解決方案。

## 廠外發現的失效事件

圖2是接單並出貨後，產品在使用中可能發生失效的序列圖。或許快速識別出受損品或不妥

圖 2. 鑑定缺失：使用中的產品



適的產品，也有可能讓問題的發生降到最低？扣件無法使用的狀況也是可以處理好的(雖然這有難度)，而不會在下游端產生問題。

然而，在使用的狀態下，因為意外的磨損或斷裂造成提前失效的現象，是否可能意味著每批產品在熱處理過程中發生的變異使材料的特性不足？因為過載或疲勞導致的嚴重失效則與產品的設計和產品本身的不適用有關。

在使用過程中或者在非相關的問題發生之後發現的一次性失效事件，應該要登錄起來，但不需進一步採取行動。取決於問題的嚴重度，類似的失效事件可能會產生保固的問題或產品的召回。

如前所述，高度引起注意的使用中失效現象導致的自我疏離措施往往會造成嚴重的聲譽損害，或可能造成財務損失。為了讓一切順利成功，不起眼的扣件需要維持全面的運作，盡量保持低調不引起注意，作為其他事物的一環。為了讓扣件成為那一環，代價可能確實不菲。

## 結論

有句老話說得好：「覆水難收」。對所有扣件製造商來說，顯然一開始就最好別出現任何的覆水，但一旦發生了，可別讓這水流出廠外了。 ■

