為台灣加油打氣專欄(150)如何製造精密的光學尺

李家同

光學尺是用來測量距離的，我曾經在另外一篇文章中介紹了光學尺的原理，各位可以到以下的網站中去看第103篇工業基礎技術計畫-光學尺。

<http://rctlee.cyberhood.net.tw/rctlee/Industry>

請看圖一。



圖一

圖一是光學尺的示意圖，黑的部分表示不透光，白的部分表示透光。光學尺通常是玻璃上鍍鉻的，問題在於這些刻度必須非常精密，每一個刻度之間是10um(1um等於1百萬分之一公尺)，公差50奈米(1奈米等於10億分之一公尺)。我現在要介紹一下我們的工程師是如何製造這種精密的光學尺。

說起來很簡單，光學尺的刻度是由雷射決定的，雷射本身可以不移動，移動的是一面鏡子。雷射光打到鏡子以後就會反射，如圖二。



圖二

也就是說，鏡子被一個馬達所驅動，這個馬達每隔10um會停下來讓雷射光打到鏡子上再反射。大家一定會問，馬達驅動不可能如此準確的，怎麼辦?請看圖三。



圖三

從圖三，我們可以看出鏡子是架在一個壓電材料上。鏡子停的位置由一個雷射干涉儀來決定，全世界都是這樣做的，因為雷射干涉儀是世界上最準確的位置測量儀器。所以大家可以想見雷射干涉儀會說馬達不夠準確，鏡子停的位置和最標準的位置還是差了一點。但是壓電材料是可以伸縮的，用電壓可以使壓電材料長長一點或者縮短一點。雷射干涉儀所報告的誤差就會自動地告訴壓電材料的控制器，使得壓電材料或伸長，或縮短。壓電材料所伸縮的距離可以精確到1奈米。

利用馬達、雷射干涉儀和壓電材料，光學尺的刻度就非常精準了。要製造這麼一把光學尺是要費很長時間的，在製造過程中，環境的控制是絕對重要的，溫度一有變化，大氣壓力有變化，或者環境中有灰塵，都會影響光學尺的精度。可是最困難的乃是在製造的過程中，不可以有任何的震動。

在台灣，製造的工廠先要挖一個3公尺深的洞，其中一半的深度鋪上很多防震的物質，然後在洞的中間放一大塊絕對平的水泥，而這個水泥又和地板沒有連結，如圖四。在這個水泥上，我們的工程師利用自動的設備來製作這種光學尺。1米長的光學尺需要超過24小時才能完成。



圖四

光學尺乃是精密工業中必須的零組件，到目前為止，德國仍然是在這方面做得最好的。我們國家已經能夠做出1.5米長的光學尺，這家公司有野心要做4米長的光學尺。

希望大家知道，我們國家仍然有一些熱衷於工業技術的工程師。他們不僅僅使得台灣的光學尺在國外有很好的銷路，也有野心要製造更高規格的光學尺。當然他們也都是有耐心的人，在光學尺上的研發已經有20年的功夫，有今天的成就完全是因為很多工程師在光學尺上默默工作了20年之久。