

## 動作準確度



當不能以視覺控制動作時，人們便需要仰賴肌動覺所提供的回饋來控制動作，此稱為「盲目定位」動作。盲目定位動作最常見的類型，就是當人們在眼睛另有所用時，將手 (或腳)從一個位置自由地移動到另一個位置以掌控控制器的情况。

關於在自由空間 (free space) 中不同方向的盲目定位動作之準確性，Fitts 很早就做過一項相當有名的實驗。他把目標安排在受試者前方左右各  $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$  和  $135^\circ$  的幾個方向，高度則分為三層，即中層 (與肩同高)、上層 (中層以上  $45^\circ$ ) 和下層 (中層以下  $45^\circ$ )。矇上眼睛的受試者以麥克筆筆尖去碰觸各個目標；如果正中靶心給 0 分，在靶心之外的同心圓依次給 1 至 5 分，靶圈之外的給 6 分。結果發現盲目定位動作以正前方為最準，旁邊位置最差，中層和下層略比上層準一些。因此，對於經常需憑感覺盲目操縱的控制裝置或其他裝置，如安裝在肩高或肩下的正前方或附近之位置就比較容易準確作。

某些作業需要高度準確性的手控連續動作，例如油漆招牌、繪畫、蝕刻等。這類動作或運動的績效就會受到「方向」因素的影響。研究結果顯示在水平面上以肘部為軸的前臂橫向 (左右) 移動，發生的抖動最小而準確度最大。Mead 與 Sampson (1972) 的實驗要求受試者以一支 15 吋長且在前端 4 吋處有  $90^\circ$  彎曲的鐵筆，先後沿著垂直內外、垂直上下、水平上下、水平左右的四個方位的狹槽移動。如果鐵筆碰觸槽邊就會自動登錄為錯誤，而視為手部抖動之量度。實驗結果顯示，在垂直而上手臂內外移動時抖動最大 (上下抖動)，而在水平面上手臂右左移動時的抖動最小 (內外抖動)。也就是說當人們以肘為樞軸而移動手臂時抖動較小，可是如手臂移動涉及到較多的上臂和肩膀運動的話抖動就會比較大。這也就是說，當我們在設計必需手部隱定的操作方法時，宜盡量避免牽動到上臂和肩膀。

靜態的肌力控制是一種身體部位並無移動現象的「運動」。在這種控制裡某幾組肌肉相互牽制，以保持身體或肢體的平衡。以手來說，要把手部維持在某特定位置時，那些控制手部運動的肌肉之間，必須處在一種力量平衡的狀態，而不致有任何方向的淨位移。為獲取平衡而在肌肉裡建立的張力或緊張現象，乃需要不斷地施出力氣；因而要保持一種靜態姿勢，事實上要比某些動態姿勢調節更容易疲勞。我們只要站著採取「金雞獨立」不動的姿勢，就會發現並不容易，且很快就會疲勞。

要保持靜態姿勢時，會有兩種偏差現象 (deviation)：

1. 抖動：肢體的微小震動。
2. 全體漂移：身體或肢體整個漂離原先位置。

在某些作業活動中，肢體之保持準確和不動姿勢非常重要（例如焊接時必須握穩電焊條）。有趣的是，當人們愈是想去控制抖動，通常反而抖動得愈厲害。那麼要如何減少抖動呢？以下提供四個方法：

1. 利用視覺參考點或線。
2. 做全身性的支撐（如坐或靠）或特別支撐涉及靜態反作用的肢體（如手部或前臂）。
3. 手部位置最好在心臟高度上下 20 公分 (8 吋) 之間。
4. 利用摩擦；設備裡的機械性摩擦可添加足夠的阻力去抵抗動作，而部分抵消肢體震動的能量。