

# 農業機械的振動

## 對操作者健康有影響嗎？

·黃陽仁·

農業機械的振動特性常和危害人體中的振動頻率非常接近，所以加強研究維護人體免受其害的安全設施，應是今後設計農業機械上的一大課題。

振動是一種力學現象，相當於力的往復運動，但可以由回轉運動衍生而來，就像引擎連桿的大端和作回轉運動的曲軸相連，而其小端却和作往復運動的活塞結合一樣。

但複雜的振動方式，是除了力的直線來回運動外，還有作曲線軌跡的反復運動在內。但為了簡便起見，有的可以看作直線的運動來處理。

表示振動的大小，是以振幅和振動速度（又稱振動頻率）來表示，由振幅及振動速度可以求出其最大的振動加速度來。

振動的本質和人體的感受反應：我們日常生活中，可以說經常都在接受着各種振動，只是振動的種類和性質不同而已。大體上振動的振幅和振動的速度愈小，對人體的影響也小。因為振動加速度是與振幅和振動速度的平方的乘積成正比，因此振動速度增加一倍時，振動加速度就要增加為四倍。

人體能夠感覺振動的加速度，是依振動數而有不同。據哥德曼的研究結果稱：振動數二CPS（周/秒）時，人能覺察振動的最小加速度值是 $0.0007$ 克，而振動數為五CPS左右，人最容易覺察出振動，此時加速度值是 $0.003$ 克，五CPS到五〇CPS之間是呈正比例關係增加

，例如二〇CPS時需 $0.01$ 一克才能感覺，五〇CPS時則需 $0.13$ 克才能感覺到振動來。由於振動而感覺不舒服的加速度值，在二CPS時是 $0.001$ 克，五CPS時是 $0.003$ 克，二〇CPS時是 $0.01$ 克，五〇CPS時是 $0.13$ 克，同樣也是在五CPS左右的振動，人體最為靈敏。至於常人能夠忍受的最大振動加速度約為 $0.5$ 克左右。以上是振動時間為五、二〇分鐘時的數值。假如振動時間短促時，人體可以忍受的加速度將為提高，例如作瞬間振動時，對五CPS的振動可以忍受到一克，作一分鐘的振動時，則可忍受到一克。

人體為什麼會對各種振動速度顯示不同的反應呢？原來我們人體的各種器官，彼此連接，雖然形成複雜的組織結構，但其力學模型不外乎是由彈性和減衰系統所構成，各個器官都有其各自的自然振動頻率，但彼此相差不大，因為同是由類似的細胞所造成的。

當有一振動源對人體施以接近其自然振動頻率的振動時，由於振動諧和而使人體發生較振動源振幅較大的振幅。但因振動速度相同的關係，人體就感受了較大的加速度。

反之，振動源的振動愈離人體器官的自然振動頻率時，人體器官所感

受的有效振幅較振動源者為小，事實上振幅和振動速度的相位錯開的結果。至於對同樣加速度值的高速振動，人體反而不容易覺察出來。

人體器官的自然振動頻率值，依其年齡、高矮稍有不同，但多是屬於低振動速度範圍的，像頸頭部的自然振動頻率約為二〇CPS、三〇CPS，而肘部的自然振動頻率為一五CPS左右，手掌是五〇、六〇CPS，手臂是二五CPS，上身是三〇、一〇CPS，胃臟是二、三CPS，使人體感覺不舒服的振動為三、七CPS。

當我們站在行駛於崎嶇不平道路的汽車上時，我們身體的某一部分會發生巨大的振動，那麼這個部分的自然振動頻率就接近於該汽車的振動速度了。有時這種感覺可以傳達自內臟器官來的。

振動對人體的弊害：振動對人體的影響，我們可以從身體有病的時候，乘坐振動很大的交通車輛的經驗中體會出來。患有胃下垂、胃潰瘍的患者，當乘坐不舒適的汽車時，會感到患部疼痛加劇，難以忍受。又本省目前騎用機車的非常普遍，長途高速行駛機車時，將使雙手感到麻痺不堪，就是由於振動抑制血液的顯証。

根據研究勞動衛生的學者報告，在汽車或造船工廠的組合作業中，操作使用壓縮空氣鉗打工具的作業員，由於長期工作而患有血管神經症及關節軟骨障礙的病症。一些隨汽車售票服務的小姐，每天接受全身的振盪而患上所謂動搖病的。在工廠長期操作使用打鉤機以及振動式裁切手工具，在鐵路路工或造船工作上使用填實機

，以及在礦場使用掘岩機、打洞機，這些作業員，有手背間歇性蒼白現象、肌肉麻痺、局部刺痛、末稍血管閉塞、營養發生障礙等症狀的病例。

在美國曾經做過這樣的實驗，即以二〇、二五CPS，六公克的振動施於人體一五分鐘，結果發現糞便中含有血絲，該血絲是由於振動，在腸管或直腸處造成機械性的傷害所致。振動對人體的傷害，此外還包括：血壓上升、心臟脈動次數增加、氧氣消耗量增加、新陳代謝失常、引起全身交感神經緊張等。

農業機械的振動性質：機械從事田間作業時，是將巨大動力，用作犁土、碎土、割取等作業，將田間物體變形，消耗其能量，而作用力的反作用力，却使機械本身產生了振動，這種振動直接傳到操作者的身體上。

農業機械操作中的振動來源，包括兩類，第一類是由引擎本身的回轉所產生的振動。目前農用引擎的轉速，是由耕鬆機用四行程引擎的一、八〇〇RPM（每分鐘回轉數），以至於動力噴霧機或回轉式割草機用二行程引擎的六、五〇〇RPM。機械運轉的振動速度在一五CPS、一〇CPS之間。

如果振幅過大時，當然將會對人體發生危害。（未完，待續）

