

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

動力手工具之振動量與減振技術及材料之研究

The Study on Vibration Measurement, Vibration Reduction materials and Technology For Power Handheld Tools.

計畫編號：92-2626-B-041-001

執行期限：92 年 9 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

主持人：何先聰 教授 嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

協同主持人：劉玉文 教授 嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

研究人員：胡世明 講師 嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

一、 中文摘要

本研究針對動力手工具包括氣動扳手、氣動研磨機、氣動齒輪機、氣動鑿子、振動式電鑽及混凝土破壞機在使用時引起之手-手臂振動量的量測，探討其手-手臂振動危害，分析該類動力手工具運轉時產生振動之機制，本研究先收集國內相關業者使用的動力手工具之機型及其功率大小、尺寸、重量及有關於振動暴露時間等資料以建立相關之資料庫。再以國際標準組織 (ISO) 訂定的動力手工具標準量測方法 (ISO5349-2) 及振動危害評估標準 (ISO 5349-1) 對國內業界使用之動力手工具評估其振動暴露量並分析運轉時產生振動的機構。

本研究獲得初步結果如下：振動式電鑽在負載打擊狀態時振動量皆超過法規所規定的最低容許暴露時間（未滿一小時； 12 m/s^2 ）；混凝土破壞機振動量也都超過法規所規定的最低容許暴露時間（未滿一小時； 12 m/s^2 ）；氣動齒輪機在正轉的狀態下振動量也都超過法規所規定的最低容許暴露時間（未滿一小時； 12 m/s^2 ）。其餘的氣動扳手、氣動研磨機、氣動鑿子容許暴露時間皆在一至四小時之間不等。

Abstract

The aim of this research is to probe the hand-arm vibration acceleration when using the power hand tools including the pneumatic driver, the pneumatic grinder, the pneumatic chisel, the vibratory electrical drill and the Jack hammer. In this research, the mechanism of vibration produced while operating, the model of power hand tools which the relevant person used, the weight and size of the power hand tools were first collected to set up the database. Then, the methods of ISO 5349-1 and ISO 5349-2 were carried out to assess the vibration acceleration while operating.

The results obtained are as followings: (1) the vibration acceleration value of the vibratory electrical drill exceed the acceleration of the government's regulation which allows worker to expose less than one hour (permissible exposure time is less than one hour; 12 m/s^2). (2). the vibration acceleration of the Jack hammer and the pneumatic gear wheel machine also are greater than the

regulation's limit which allow worker to expose less than one hour. (3).the vibration acceleration of the pneumatic grinder and the pneumatic chisel are in the range of permissible exposure time from one hour to four hours.

二、緣由與目的

隨著科技之發展及勞工意識逐漸提高，政府均逐年編列預算執行保障勞工生命健康與安全之措施研究。振動危害便是作業場所中主要危害勞工的物理性因子，勞工長期暴露於全身振動 (whole body vibration, WBV) 或手-手臂振動 (hand-arm vibration, HAV, 或稱局部振動)，會使勞工罹患椎間盤突出、中樞神經病變、末梢神經病變、或腕道症候群之機率大大增加。一但病變顯現，將無法由藥物治療而復原，且其為害屬於長期累積，致使勞工在不知不覺中病變惡化。振動所引起的末梢循環障礙主要包括皮膚溫下降，遇寒冷刺激後皮膚溫不容易恢復，振動亦會引起手指動脈強烈收縮，手指動脈阻力增加及血流減少，嚴重時導致白指病發作。病理學上發現白指病患者手指動脈的中膜肥厚。手-手臂振動所引起的末梢神經傳導速度減慢，振動覺閾值及痛覺閾值升高，觸覺及兩點鑑別覺減弱，手指協調及靈巧度下降，不能從事精巧複雜的工作。至於肌肉與骨骼的障礙包括握力、捏力及輕敲能力的降低，腕骨的空泡、囊及內生骨贅的增加，並使罹患腕道症候群的的機率明顯增加。

為了解台灣地區所使用的動力手工具其振動量，本研究針對氣動板手、氣動研磨機、氣動齒輪機、氣動電錘帶鑿子、振動式電鑽及混凝土破壞機之振動特性，進行調查與評估其振動特性。本次研究的振動式電鑽針對新購之 HITACHI V-14(圖一)

與舊有之 HITACHI V-14(使用一年三個月)及 HITACH VTP-19A(圖二)三支電鑽，氣動板手 (圖三)、氣動研磨機(圖四)、氣動齒輪機(圖五)、氣動鑿子(圖六)為 Coleman Powermate, 混凝土破壞機則有新 HITACHI PH-65A、舊 HITACHI PH-65A(圖七)與兩支 MAKITA HM0810(圖八)。

振動式電鑽，使用時鑽頭的狀態分為旋轉與打擊，把手的部分則分為前把手與後把手，作業時的狀態又分為空轉與負載。氣動板手的狀態分為螺絲旋轉與鎖緊兩種不同的狀態。氣動齒輪機的狀態分為正轉 (順時針) 與逆轉 (逆時針)。



圖一 振動式電鑽新 HITACH V-14



圖二 振動式電鑽 HITACH VTP-19A



圖三 氣動板手



圖六 氣動鑿子



圖四 氣動研磨機



圖七 混凝土破壞機舊 HITACH PH-65A



圖五 氣動齒輪機



圖八 混凝土破壞機 makita HM0810

整個計畫的工作項目敘述如下：

- (1) 收集現有之國內法規及 ISO 對於手-手臂振動量測之方法與評估原理之規範。
- (2) 調查台灣經常使用之振動式電鑽、混凝土破壞機及氣動手工具的廠牌及型號，進而得到本國勞工手-手臂振動之暴露情形，並設法租借到這些動力手工具，以利本研究之進行。
- (3) 確定所要採樣的動力手工具後，規劃採樣流程，進行動力手工具的振動量量測。
- (4) 振動檢波器（RION PV-93）依據 JIS B4900（1986）之規範裝設於動力手工具把手上，進而得到動力手工具機體本身之振動量。
- (5) 回實驗室後將採樣所得之振動量重新輸出，依 1/3 八音度頻帶實施頻譜分析所對應的時效振動加速度。
- (6) 依據我國勞工安全衛生設施規則及 ISO 5349（1986），加以評估其振動量，並探討對人體危害之程度。

研究時將 RION PV-93 振動檢波器固定於動力手工具手握處，將所量測振動量傳至振動分析器（RION VM-19A）將其振動量紀錄於資料紀錄器（SONY PC204AX）中；完成採樣後，在實驗室內重新播放至 RION SA-27 頻譜分析儀作三軸向之頻譜分析。在將振動檢波器固定於動力手工具手握處時，利用管束（Hose Binder）披覆振動檢波器(圖九)，先前的實驗皆以手動螺絲起子來鬆綁振動檢波器，造成管束的鬆緊前後無法一致，而導致實驗結果沒有可重現性，在本研究中亦利用了許多種固定材料如：電火布、不織布、彈性繃帶等來固定，但是在相同的條件下，採樣之顯譜其重現性並不夠高，因此吾人認為其皆不適宜用。在本研究中發現應用電動起子(圖十)具有可調整設定其最大輸出扭力的特

點鬆綁振動檢波器，使得相同條件下之採樣結果具有可重現性。而電動起子輸出功率大小的選擇則考量到人體手部使用動力手工具時握力的大小，利用握力計套上管束(圖十一)以電動起子鬆綁管束，此時電動起子輸出功率在某一刻度時所產生的力量與人體使用動力手工具之握力相似，爾後要以管束固定振動檢波器時皆使用此電動起子及特定之最大輸出扭力。如此一來採樣之結果在相同條件下其重現性極高。



圖九 管束披覆振動檢波器



圖十 電動起子



圖十一 握力計套上管束

依據規劃將振動檢波器裝置於振動式電鑽把手並連接至各儀器，；首先設定振動分析器（RION VM 19M）於校正狀態，調整三軸的位準至滿刻度，並將三軸之校正訊號存入數位式資料儲存磁帶上以作為日後讀出分析時的參考值。然後設定振動分析器於測量加速度位準及選擇適當的位準範圍後即可開始測量及儲存所測得的振動波型，期間模擬勞工操作振動式電鑽時的兩種操作狀態之空轉、負載（分旋轉與打擊），負載時是選用水泥塊為鑽孔對象，振動式電鑽分別測定前把手與後把手之振動加速度。

研究氣動板手、氣動研磨機、氣動齒輪機、氣動電錘帶鑿子時，儀器組裝與操作皆與振動式電鑽相同。但氣動動力手工具須考量到氣壓大小，氣壓越大則氣動動力手工具輸出功率也相對越大，輸出功率大振動量也相對的變大。相反，氣壓越小則氣動動力手工具輸出功率也相對越小，輸出功率小振動量也相對的變小。氣動手工具在使用時空氣壓縮機內的氣壓會迅速下降，使氣壓無法穩定而造成氣動手工具的振動加速度差異極大且重現性降低，為避免氣壓之快速變動而產生的誤差，後來吾人在空氣壓縮機之輸出端再加裝一個調壓閥，調壓閥可以精準的控制空氣壓縮機

輸出的氣壓大小（一般氣動動力手工具所使用的氣壓壓力約在 6Bar 9Bar），本研究將調壓閥壓力調整在 8bar，經過加裝調壓閥後的氣壓變得比較穩定，氣動手工具在使用時輸出功率也相對較為穩定。

依規劃將振動檢波器裝置於氣動板手並連接至各儀器，期間模擬勞工操作氣動板手時的兩種操作狀態，即螺絲帽之鬆脫及螺絲帽之鎖緊，本研究選擇了四種（19 mm、17 mm、9/16”、12 mm）大小不同的鏢絲及鏢絲帽。

依規劃將振動檢波器裝置於氣動研磨機並連接至各儀器，期間模擬勞工操作氣動研磨機時的操作狀態，本研究選擇了四種不同形狀（長滾筒形、短滾筒形、滾筒尖頭、球形）的研磨輪（圖十二）。

依規劃將振動檢波器裝置於氣動齒輪機並連接至各儀器，期間模擬勞工操作氣動齒輪機時的兩種操作狀態之正轉（順時針）與逆轉（逆時針），本研究選擇了三種（19 mm、17 mm、9/16”）大小不同的鏢絲及鏢絲帽。

依規劃將振動檢波器裝置於氣動鑿子並連接至各儀器，期間模擬勞工操作氣動電錘帶鑿子時的操作狀態，本研究選擇了四種（尖、扁平、扁平凹槽、V 形）不同形狀的鑿刀（圖十三）。

在分析混凝土破壞機之振動加速度時，儀器組裝與操作皆與振動式電鑽相同。依規劃將振動檢波器裝置於混凝土破壞機並連接至各儀器，期間模擬勞工操作混凝土破壞機時的操作狀態，混凝土破壞機之振動加速度量測分為前把手與後把手。



圖十二 研磨輪由左至右分別為長滾筒形、短滾筒形、球形、滾筒尖頭



圖十三 鑿刀由左至右分別為扁平凹槽、尖、扁平、V形

三、結果與分析：

使用 RION SA-27 頻譜分析儀對新 HITACHI V-14 與舊 HITACHI V-14 及 HITACHI VTP-19A 三支電鑽產生之震動量作總量分析，得到下列結果。

表一 振動式電鑽前把手空轉（旋轉）：

型號	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
V-14 新	0.442114	0.893253	0.694818	1.558771	>8
V-14 舊	0.326478	0.567898	0.333993	0.976002	>8
VTP-19A	0.570939	1.032974	0.528246	1.734744	>8

單位： m/s^2 ；容許暴露時間單位：小時

表二 振動式電鑽前把手空轉（打擊）：

型號	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
V-14 新	1.107432	1.177975	1.808709	2.8974	>8
V-14 舊	0.722478	0.865337	1.117511	1.933796	>8
VTP-19A	0.586304	1.036658	0.507425	1.742861	>8

單位： m/s^2 ；容許暴露時間單位：小時

表三 振動式電鑽後把手空轉（旋轉）：

型號	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
V-14 新	0.684219	0.864878	0.505834	1.624673	>8
V-14 舊	0.301183	0.439908	0.973742	1.226892	>8
VTP-19A	1.09149	5.890542	0.866195	8.431748	1~2

單位： m/s^2 ；容許暴露時間單位：小時

表四 振動式電鑽後把手空轉（打擊）：

型號	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
V-14 新	0.833408	0.980991	1.058145	2.089789	>8
V-14 舊	0.454163	0.508303	0.838163	1.270123	>8
VTP-19A	1.105896	5.926719	0.803004	8.47873	1~2

單位： m/s^2 ；容許暴露時間單位：小時

由（表一）至（表四）可發現無論是前把手或後把手在空轉的狀態時容許暴露時間皆在八小時以上，除了型號 VTP-19A 的振動式電鑽在後把旋轉與打擊時的狀態，容許暴露時間在一二小時。其中發現 VTP-19A 在空轉時的旋轉與打擊狀態振動量並無明顯的差異。經過研究發現 VTP-19A 鑽頭未接觸到物體時並無法產生打擊的效用，所以 VTP-19A 在空轉時並無旋轉與打擊之分。

表五 振動式電鑽前把手負載（旋轉）：

型號	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
V-14 新	2.009418	3.463273	1.366909	5.769853	4~8
V-14 舊	1.93675	1.000951	1.099094	3.244025	>8
VTP-19A	1.471201	3.218601	1.009606	5.05628	4~8

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

表六 振動式電鑽前把手負載（打擊）：

型號	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
V-14 新	13.79919	8.919713	14.03582	26.94742	<1
V-14 舊	14.07783	8.199138	13.02163	26.26345	<1
VTP-19A	6.233253	2.355372	6.684014	11.47617	1~2

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

表七 振動式電鑽後把手負載（旋轉）：

型號	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
V-14 新	0.355039	1.065256	0.426959	1.628958	>8
V-14 舊	0.408806	1.128815	0.584431	1.779493	>8
VTP-19A	0.861971	2.33697	0.908456	3.603604	>8

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

表八 振動式電鑽後把手負載（打擊）：

型號	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
V-14 新	3.657891	6.64414	8.752075	13.76035	<1
V-14 舊	4.115953	7.749738	8.646505	15.02269	<1
VTP-19A	4.02889	4.929577	7.549428	11.68067	1~2

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

由（表一）至（表八）可發現在振動式電鑽負載時總量皆大於振動式電鑽空轉

時。由（表五）至（表八）可發現其中 V-14 新與 V-14 舊容許暴露時間小於一小時。

使用 RION SA-27 頻譜分析儀對 Coleman Powermate 氣動板手產生之震動量作總量分析，得到下列結果。

表九 氣動板手螺絲鎖緊後：

	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
19 mm	3.009224	1.989974	3.310652	6.039093	2~4
17 mm	3.34186	2.085713	2.759616	6.166944	2~4
9/16	2.84084	1.923727	2.75443	5.536989	4~8
12 mm	3.02248	1.881667	2.549596	5.598706	4~8

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

表十 氣動板手螺絲鎖緊過程：

	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
19 mm	1.661804	2.767763	2.464155	5.147756	4~8
17 mm	1.951718	2.328734	2.498035	4.933083	4~8
9/16	1.690289	3.007676	2.952583	5.661095	4~8
12 mm	2.040208	2.328151	2.962113	5.249407	4~8

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

由（表九）（表十）可發現無論氣動板手旋轉或鎖緊及螺絲尺寸的大小對氣動板手鎖產生的振動量影響皆不大，除了螺絲尺寸在 19 mm 與 17 mm 氣動板手旋轉狀態時振動總量稍微超過了 6 m/s²，容許暴露時間為二 四小時，其餘狀態容許暴露時間皆在四 八小時。

使用 RION SA-27 頻譜分析儀對 Coleman Powermate 氣動研磨機產生之震動量作總量分析，得到下列結果。

表十一 氣動研磨機：

	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
長滾筒	0.814104	0.911849	1.340675	2.173962	>8
短滾筒	1.147642	1.628498	2.434126	3.701943	>8
滾筒尖	0.874745	1.157366	2.379544	3.128481	>8
球形	0.612539	0.983311	1.803463	2.42549	>8

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

由（表十一）得知氣動研磨機再使用不同研磨輪時容許暴露時間皆大於八小時。

使用 RION SA-27 頻譜分析儀對 Coleman Powermate 氣動齒輪機產生之震動量作總量分析，得到下列結果。

表十二 氣動齒輪機（正轉）：

	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
19 mm	1.809709	6.035557	1.681282	8.980233	1~2
17 mm	1.764175	6.189533	1.620888	9.155088	1~2
9/16	1.968802	5.950361	1.659918	8.930284	1~2

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

表十三 氣動齒輪機（逆轉）：

	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
19 mm	2.024226	3.852045	1.854641	6.368183	4~8
17 mm	2.052081	3.325031	1.666291	5.718355	4~8
9/16	2.131796	3.319412	1.697361	5.77942	4~8

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

由（表十二）與（表十三）得知氣動齒輪機容許暴露時間，發現氣動齒輪機正轉的振動加速度總量皆大於氣動齒輪機逆轉的振動總量，亦即攻牙的振動加速度大於退牙的振動加速度。

使用 RION SA-27 頻譜分析儀對 Coleman Powermate 氣動電錘帶鑿子產生

之震動量作總量分析，得到下列結果。

表十四 氣動電錘帶鑿子：

	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
尖	1.449211	0.960587	5.444963	5.964276	4~8
扁平	1.601571	1.726955	4.128606	5.283777	4~8
凹槽	1.550168	1.102925	5.451134	6.067043	4~8
V 形	1.629583	1.270686	4.777176	5.584888	4~8

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

由（表十四）得知氣動電錘帶鑿子再使用不同鑿刀時容許暴露時間皆介於四八小時。

使用 RION SA-27 頻譜分析儀對混凝土破壞機產生之震動量作總量分析，得到下列結果（將兩支 MAKITA HM0810 編為 A 與 B）

表十五 混凝土破壞機前把手振動加速度：

	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
A	6.553928	4.839194	10.18241	15.28954	<1
B	9.514439	4.00132	11.42228	18.41948	<1
新	6.116923	4.096347	12.46258	16.17225	<1
舊	5.397241	3.566178	8.031786	12.10501	<1

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

表十六 混凝土破壞機後把手振動加速度：

	X 軸	Y 軸	Z 軸	總量	容許暴露時間
A	4.858315	4.098763	6.788126	11.19235	1~2
B	8.79735	10.05405	12.78911	22.65782	<1
新	7.780897	3.02471	11.49095	16.39014	<1
舊	9.72295	4.338885	6.145072	16.12299	<1

單位：m/s²；容許暴露時間單位：小時

由（表十五）與（表十六）發現混凝土破壞機容許暴露時間大多小於一小時，

混凝土破壞機振動總量在本次所研究的動力手工具中為最大。

四、結論：

依據 ISO 5349 (1986) 之規範局部振動暴露以單一軸最大暴露量作為評估基準。則吾人可得結果如下所述：

在振動式電鑽 (V-14 舊) 前把手負載打擊狀態時，X 軸之加權加速度值為 14.07783m/s^2 ，若每天暴露四小時則兩年內罹患白指病的機率為 10%，三年內罹患白指病的機率為 20%。在振動式電鑽 (V-14 新) 後把手負載打擊狀態時，Z 軸之加權加速度值為 8.752075m/s^2 ，若每天暴露四小時則五年內罹患白指病的機率為 20%，八年內罹患白指病的機率為 40%。在氣動板手螺絲 (17 mm) 旋轉狀態時，X 軸之加權加速度值為 3.34186m/s^2 ，若每天暴露四小時則十年內罹患白指病的機率為 10%，二十年內罹患白指病的機率為 30%。在氣動研磨機操作時短滾筒研磨輪，Z 軸之加權加速度值為 2.434126m/s^2 ，若每天暴露四小時則十四年內罹患白指病的機率為 10%，二十年內罹患白指病的機率為 20%。在氣動齒輪機螺絲 (17 mm) 正轉時，Y 軸之加權加速度值為 6.189533m/s^2 ，若每天暴露四小時則五年內罹患白指病的機率為 10%，七年內罹患白指病的機率為 20%。在氣動電錘帶鑿子使用有凹槽鑿頭時，Z 軸之加權加速度值為 5.451134m/s^2 ，若每天暴露四小時則八年內罹患白指病的機率為 20%，十年內罹患白指病的機率為 30%。在混凝土破壞機 (MAKITA HM0810 編號 B) 後把手，Z 軸之加權加速度值為 12.78911m/s^2 ，若每天暴露四小時則三年內罹患白指病的機率為 10%，四年內罹患白指病的機率為 30%。

本研究對市售之減振手套及減振材料披復於振動式電鑽探討其減振效果，主要

對象以 HITACHI V14 和 HITACHI V19A 等兩型振動式電鑽作測試，其結果說明如下：

(1) 減振手套效果說明

本研究以三種減振手套(棉紗手套、愛得蒙手套、台製手套)分別披覆振動式電鑽前、後把手，以 RION PV-93T 三軸向加速計進行測試，測試的結果可以發現棉紗手套沒有很明顯的減振效果；愛得蒙手套在高頻區具有顯著減振效果，在低頻區及敏感區則無明顯減振情形；台製手套在高頻區具有顯著減振效果，但在低頻區及敏感區則無明顯減振情形。台製手套及愛得蒙手套在後把手高頻區具有顯著減振效果，在前把手則比較不明顯，三種手套以台製手套減振效果最好。

(2) 減振材料效果說明

本研究採用三種減振材料(泡泡膜、軟海綿、硬海綿)分別披覆於振動式電鑽前、後把手，以 RION PV-93T 三軸向加速計進行測試，測試的結果可以發現泡泡膜在愈高頻率則減振效果越大，但減振效果不是很明顯；軟海綿在後把手高頻區具有顯著減振效果，在低頻區及敏感區則無明顯減振情形；台製手套在高頻區具有顯著減振效果在低頻區及敏感區則無明顯減振情形。三種材料中以硬海綿之減振效果最佳。在所有減振的材料及手套以台製手套的減振效果最明顯。

國內因為經濟之發展，人力之成本亦相對提高很多，為了降低整個工程或是工作之費用，業者相繼大量使用機械以提昇單位人工之產能，由本研究中可以看出這些動力手工具之振動加速度值亦相當的高，致使操作者如果是專業人仕整個工作日都使用時，皆有可能產生局部振動之傷害，但由於經費及時間之限制，未能大規模及多樣本之採樣，實為本研究之最大遺憾，希望在以後能夠有機會再針對其他各

型式之振動手工具採其局部振動加速度值，以完成本土之動力手工具振動暴露評估，並為政府制定相關法令時之參考。

五、參考文獻

- (1) International Standard (ISO): Mechanical vibration-Guidelines for the measurements and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration. ISO.5349-1986(E), 1986.
- (2) 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，1996；“鐵路工人操作砸道機振動測定及其防治對策之研究”，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，台北，IOSH85-H327。
- (3) 劉玉文，胡世明，何先聰，1990；“行駛中機車把手之局部振動評估”，技術學刊，第五卷，第三期：255-264。
- (4) 胡世明，劉玉文，何先聰，1989；“動力手工具局部振動及其對人體危害評估”，技術學刊，第四卷，第三期：219-226
- (5) 葉文裕、劉玉文、何先聰、林守香、陳旺儀：鐵路工人操作砸道機振動測定及其防制對策之研究，行政院勞委會勞工安全衛生研究所八十五年度計畫報告，1996/6。
- (6) 日本工業規格(JIS)：手持動力手工具振動之測定方法 (Method of measurement and description of hand-transmitted vibration level),1986。
- (7) 何先聰、劉紹興、劉玉文、陳秋蓉、杜宗禮：重覆性職業傷病監視研究----手-手臂振動作業暴露，行政院勞委會勞工安全衛生研究所八十六年度專案研究計畫報告，1997/6。
- (8) 劉玉文：手工具振動暴露傷病預防手冊，行政院勞委會勞工安全衛生研究所職業傷病預防宣導，1998/2。
- (9) 何先聰：振動的危害，行政院勞委會七十六年度全國勞工安全衛生研討會論文集,1987。
- (10) 劉玉文、何先聰，“機車局部振動引起末梢循環及感覺機能障礙之研究”，嘉南學報，第十六期，pp.24~30 (1990)