

知識小文庫

都市的噪音

THE NOISE



陳其寬編著・真知出版社出版

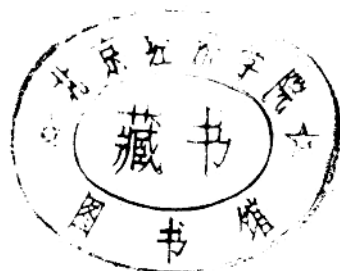
X 593/3

241009



B0116958

都市的噪音



陳其寬編著・真知出版社出版

都 市 的 噪 音

編 著 者：陳 其 寬

出 版 者：真 知 出 版 社

香港北角馬寶道66號二樓

印 刷 者：新華印刷股份有限公司

香港鰂魚涌華廈工業大廈四樓B座

定 價：港 幣 五 元 八 角

版權所有*不准翻印

(一九七三年十一月版)

2.90元

前 言

現代許多都市正面臨着兩項極嚴重的問題：空氣的污染和噪音的喧擾。生活於都市裏的人，除了身體健康備受污濁空氣威脅之外，精神健康同時也備受噪音的威脅，幾乎沒有片刻的安寧。

表面看來，空氣染污所造成的惡劣後果，似乎比噪音的喧擾更為嚴重，因為污濁的空氣往往會含有毒素，能直接危害性命，而喧囂嘈雜的噪音極其量只能損害人的聽覺，擾亂人的精神，除此之外，似乎再沒有什麼劣跡昭彰的惡行了。其實，從長遠的後果來看，噪音喧擾的問題，其嚴重性決不亞於空氣污染。據調查統計，現時許多工廠的工作人員，幾乎有半數是患“重聽”的。他們長年累月在喧囂嘈雜的環境中工作，聽覺已遭到若干損害，事實上已經成為或大或小的聾子。因此，每當機器發生重大故障或者是設備行將毀壞而發出警告性的異樣聲響時，人們總是無法覺察，不知道及時挽救，終於導致重大的災禍。在另一方面，居於工廠區和鬧市的人，由於不堪噪音的騷擾和刺激，以致陷於煩躁不安和失眠

者，實是不可勝數。稍有常識的人都知道，長期的失眠和煩躁不安，不但影響健康，而且影響工作和事業。

因此，解決噪音喧擾的問題，實是刻不容緩的事。但是怎樣解決呢？單憑一紙「禁止喧譁」的法令是不夠的，而且也是行不通的（你能禁止汽車和機器喧譁嗎？）。我們必須採用釜底抽薪的方法，從聲音本身着手，使它的強度盡可能地減低，以消除它的干擾性能。首先，我們必須了解聲音是什麼東西，它是怎樣產生的，是怎樣傳播的，是怎樣擴大的，它具有什麼屬性，在什麼情形之下它才會加強和減弱。這些基本知識弄清楚之後，我們才進一步研究對付噪音的技術：要怎樣才能將之阻遏，要怎樣才能將之消滅，要怎樣才能將之疏導，總之是使喧囂嘈雜的噪音不再成為干擾的因素。

這是說，若要徹底解決噪音的問題，我們必須對聲學作一番有系統的深入研究工作。但聲學是一門頗為偏僻的學問，而對付噪音的方法又涉及許多極為複雜的技術，如要好好地完成這項工作，實在不是易事。因此，我們現時只能做一種入門的工夫，以顯淺和通俗的文字來論述聲學上各種重要的原理和現象，並扼要地介紹現代的各種防噪設施和技術，務使讀者對於都市的噪音問題和這問題的解決有基本的認識，而這本小書便是作這樣的嘗試。

不過，這本小書的篇幅有限，許多重要的關節仍付闕如，例如各種機器應如何重新設計使噪音減至最低限度，便因篇幅關係而不能一一備述，同時聲學上有些頗

爲重要的地方也無法詳加論述，這是筆者所引以爲憾的。但大體上說來，本書對於整個防止噪音喧擾的理論和措施，仍能提供一個相當完整的綱要。

在推行抗污運動的同時，許多國家也在研究防噪的措施，以期減輕居民的困擾和威脅。在香港和東南亞各地的一些都市，雖然也有噪音喧擾的問題，甚至有些地區的噪音喧擾問題顯得相當嚴重，但防噪運動似乎不見得怎樣熱烈，大多數的工廠仍是缺乏各種應有的防噪設備，大多數的喧擾地區都缺乏應有的防噪設施。在這些地區裏面，本書如能引起一些注意和反應，使噪音喧擾的情況有所改善，筆者的心血便沒有白費了。

陳其寬

一九七三年暮春於香港

目 次

前 言.....	1
一、噪音和聲學	1
二、空氣、波浪和聲音	10
三、以分貝計算的噪音	31
四、聲音的吸收	46
五、聲音的隔離	69
六、室內的音響效果.....	91
七、噪音的測量和限度	114
八、靜噪和防音	127

一、噪音和聲學

現代許多都市，噪音已經達到相當嚴重的程度，人們經常受到喧囂聲浪的干擾，無法過着寧靜的生活。

據英國的威爾遜報告書（Wilson Report）透露：英國當局在 1948 年曾向 1,400 個家庭查問他們的生活是否受到外間嘈雜聲音所干擾，當時回答「是」者，僅佔 23%。到了 1961 年，英國當局也以同樣的問題詢問同樣數目（1,400）的家庭，結果答稱受到干擾者佔 50%。根據這項調查報告，在短短十三年間，受嘈雜聲音干擾以致無法過其寧靜生活的家庭竟增加了一倍以上，情形不可謂不嚴重了。

我們再來看看香港。根據噪音研究專家指出：香港的噪音也是相當嚴重的，例如中環區的噪音比倫敦要高出 3~4 個音響單位；而以九龍區與港島區比較，則九龍區又比港島區高出 3~6 個音響單位。

噪音究竟是怎樣發生的？能不能予以控制呢？這都是今天人們所關切的問題。

事實上，工程和技術每有進一步的發展，總是普遍

地引致噪音的增加，此種情形幾乎絕無例外。令人奇怪的是：長久以來，好像沒有什麼人真正知道這件事，即使知道，也不加以注意和理會。以此之故，大家祇知埋頭研究發展工程和技術，以為如此便可以增進人類的幸福和康寧，而結果却適得其反。直至十九世紀中葉，有些有識之士才曉得事情不對，開始向大家呼籲：要盡力對付由機械文明所引起的煩囂。

許多年代以來，科學家們一直將聲音視同兒戲，不把它看在眼裏。遠在幾千年前，希臘哲學家畢達哥拉斯（Pythagoras）以一條振動的絃來作聲音的實驗，這是聲學研究的開端。但畢達哥拉斯開其端後，千餘年來，聲學似乎始終停留在這個端點上面，絲毫未見有進展。其後有些傑出的人士，如阿理士多德（Aristotle）、歐幾里德（Euclid）和多祿美（Ptolemy）等，雖然在聲學上提出了若干理論，但這些理論跟聲音的物理學方面都沒有直接的關係。直至一千五百年後，意大利的物理學家伽利略（G. Galilei）才承接畢達哥拉斯的餘緒，把希臘前賢（阿理士多德和歐幾里德等）的理論發揚光大，總算打好了聲學的基礎。

堪稱為「現代聲學之父」的，無疑地是德國的赫爾姆霍茲（H. Helmholtz）和英國的雷利爵士（Lord Rayleigh），這兩位科學家，都各自在十九世紀的後半期創立了許多基本的科學理論。赫爾姆霍茲因在諧振器（共鳴器）理論方面所做的工作極為出色而備受重視，而雷利爵士則以「聲學理論」一書（在1877年出版）而馳

名，該書對現代的聲學貢獻甚大。

在其後的若干年中，科學界對於噪音和噪音的控制都續有研究，研究的工作起初集中於空中運輸和地面運輸方面，但現時已擴展至所有與噪音問題有關的各方面了。目前所有先進工業國家，差不多都有致力於聲學的科學團體和組織，而關於聲學（尤其是關於噪音和噪音控制）的著作也越來越多。現時聲學的範圍相當廣闊，它包括建築聲學、電聲學、音樂聲學、波動聲學、水底聲學、超聲學以及聲納（Sonar——利用超聲波的水下探測系統）等部門，每一部門在科學上、工業上或藝術上都有極大的價值。目前世界上有幾間著名的大學已開始教授聲學的科目，而許多龐大的工業機構也都有自己的聲學研究設備。

近年來，聲學的研究雖然在某些地方顯得相當蓬勃，但大多數人對於聲學這門學問還是所知有限，甚至連基本的認識都沒有。例如你見到親戚朋友，試問他們「分貝」（Decibel——測量聲音的單位）到底是什麼，相信很少人能回答得出。我曾見過一家工廠的廠主要在他的工廠內遍設米高風，連接米高風的放大器和揚聲器則設置於廠外的空地上，據說這樣可使米高風「吸收」廠內的嘈雜聲音，然後由揚聲器把這些嘈雜聲音放掉。這種做法未免太笑話了！但是許多人實際上都有這種可笑的想法。在大多數人的心目中，「聲學」一詞仍然象徵着神秘莫測的現象和魔術一樣的技术。

現時初級中學的學生上物理學課時，都聽到先生講

解聲音的理論；許多學生都懂得玩音叉，並且知道什麼是頻率和波長；在另一方面，學音樂的人也時時聽老師講解絃樂、管樂與及聲學。但除此之外，則很少再深入一步去探討聲音的底細了。時至今日，許多設計機器的人，都被認為對機器所產生的喧囂嘈雜聲應負極大的責任，然而這些設計人士在讀書和受訓練時，其所學的課程幾乎全沒有涉及到噪音和防止噪音的方法和技術。到目前為止，真正研究噪音和防止噪音的方法的，僅限於世界上幾間有名的最高學府而已。

把「如何控制噪音」作為一門學問而認真地去討論研究，這在科學技術界中很遲才出現。許久以來，人們對於噪音已安之若素，大家似乎都認為喧囂嘈雜是當然之事，是無法避免的，惟有逆來順受。每逢有人訴說喧囂嘈雜之苦，要想辦法加以改善時，大家都聳肩攤手，表示無可奈何，愛莫能助。以此之故，在英國的棉織廠裏面，數以千計的男女工人入廠工作三幾年之後，聽覺都受到嚴重的損壞、終於變成了聾子；而製造金屬烹器（如鋁鍋、鐵鍋等）的工廠工人在完成烹器的製造程序之後，起碼有一個星期都無法聽到人家說什麼；這是何等嚴重之事！但在一般人的心目中，這祇是職業上的艱危，是無法避免的，而且也絕難改善。

時至今日，因噪音的喧擾而弄到耳聾或聽覺受損害的人實在是太多了，所以這方面的研究人士很難着手去做調查的工作，定出「正常聽覺」的標準。不過，以我們所知，凡是經過戰陣和炮火洗禮的軍人，他們的聽覺很

少是正常和健全的。許多裝設柴油機的船隻和車輛，由於聲音特別聒耳，船上和車上的工作人員大都有不健全的聽覺。工廠中聲音特別嘈雜的部門，工作人員過半數都患「重聽」之疾。就算是從事音樂生涯的人，日子久了，也往往因狂放的樂音而漸漸失去健全的聽覺。總之，凡有工業的地方，便有聽覺受損之事。英國某龐大電影機構（擁有許多電影院）的一位音響工程師，最近發覺一件怪有趣的事：在英國北部的電影院，其所裝設的音響放大器，音量必須比南方的電影院高些，方能滿足觀眾的要求。這個事實說明了英國北部的人，聽覺比南部的人較為差些。這是不是因為英國北方的工業比南方較為發達，換言之，是不是因為北方地區比南方地區較為喧囂嘈雜，所以才有這種怪現象呢？這已引起有關方面研究人士的密切注意。

社會上為什麼有這麼多的噪音呢？它是無可避免的嗎？或者，是由無知和疏忽造成的呢？噪音是一種副產物，正如化學工業中的副產物一樣，是不受歡迎和不被需要的東西。在製造化學物的過程中，當化學工程師發現副產物時，他便馬上設法將這些無用的副產物轉變為有用的東西，以免虛耗物力。但噪音這種副產物跟其他的副產物有些不同，它所虛耗的能量是非常之小的，小到幾乎微不足道，以此之故，人們都懶得去理它。例如一部噴射引擎，其發出的噪音雖然異常聒耳——幾乎至於震耳欲聾的程度，但以噪音的形式而漏走的能量實在有限，不過佔該噴射引擎全部能量萬分之一左右而已。

因此，如要將該引擎所發出的噪音減小至聽而不聞的程度，則化為聲音的能量祇能佔該引擎全部能量的百億分之一，這是絕對無法做到的。

有些噪音確是無可避免的，上述噴射引擎所產生的噪音便是一例，當引擎開動的時候，我們若要它一點嘈雜的聲音都沒有，事實上是不可能的。不過，除了這些少數的例子之外，其餘大多數的噪音都可以避免，或者可以減至極輕微的程度，它之所以繼續存在，不外乎是由於人們漫不經心地繼續在製造它，或者是由於設計機械（產生噪音的機械）的人不曉得怎樣控制它。但假如社會當局注意這點，作些措施，大多數的喧囂嘈雜問題是可以解決的，其餘少數的噪音問題，雖然難以徹底解決，但憑着現代的優良技術，那些無可避免的噪音也必然能够大大地減小。

據說，近來許多工廠由於工業技術的長足發展以致生產效率大為增進。但在另一方面，廠內的工作人員却因噪音的增加以致健康受損，效率大為低減，結果，由工業技術所獲致的效率增益竟被工作人員的工作效率低減所抵消，由此可見噪音對工業的生產力具有舉足輕重的影響力量。上面所引述的話，容或有點誇張，但工廠裏面的噪音減小，工作人員的工作效率即隨之而增加，却是千真萬確的事實，是不容否認的。因此，一般有見識和有眼光的工業界人士，現時都撥出大量的費用去改進工廠的設備，其主要目的就是減小工廠內的喧囂嘈雜，有些工廠甚至不惜以兩倍於機器價值的費用來改善

一部機器，使其盡可能地發出最小的噪音，以提高工作效率。

本書的主旨是使大家在聲學方面有基本的認識，同時對噪音的問題提供一些經濟而又實用的解答。現時許多都市正在遭受嚴重的喧囂和污濁所威脅。噪音對我們的威脅雖然不如污濁威脅之甚，但是它無處不在，無時或停，經常響個不休，干擾我們的耳朵，刺激我們的神經，使人沒有一刻的寧靜，長此下去，便會改變一個人的生活，甚至會改變一個人的性情。噪音打擊我們的器官，影響我們的身體，所有這些生理上的效果都是可以測量得出和發覺得到的，還不算怎樣嚴重；最嚴重的却是那些測量不出和觀察不到的精神效果。在喧囂嘈雜的環境下生活，會使人睡眠不穩，甚至會引起失眠，而長期的失眠和睡眠不穩，是可以引致心神錯亂的。

以飛機的噪音來說，醫學界人士指出，這種噪音對人體健康影響甚大。兩年前美國發表的一份有關飛機噪音的報告中說，人的耳朵，通常抵受的噪音是 50~80 單位，噴射機起飛時引擎所發出的噪音，高至 180 單位，而人們在睡覺時，如果受超過 80 單位噪音的干擾，血管就會收縮，噪音過後，血管才恢復正常，如長期在睡眠中受高達 80 噪音單位影響，可引致高血壓病；如果是孕婦，更會引致胎兒畸形，或影響胎兒心臟正常發育，造成日後的心臟病。

人類之所以能趨向文明，結成有組織和有秩序的社會，主要的原因是具有互通情意的能力，而互通情意的

主要方法就是靠聲音來傳達。噪音能干擾我們的耳朵，自然也干擾訊息的傳達和情意的溝通，而這樣的干擾可能產生多重的惡劣後果。人們在噪音干擾之下生活，不獨生活的格調會為之低落（使人無法享受到寧靜），而且正常的活動也會遭到妨礙，而最要命的惡劣後果却是警告的聲音和危險的訊號可能被噪音所蒙蔽，以致人們無法及時走避和挽救，終於搞出大禍。例如在一間工廠裏面，如果機器發生毛病的話，這機器通常都發出異乎尋常的奇特聲響，這可能是崩壞和爆炸的先兆，也可以說是危險將要發生的警號。如果工廠裏面不嘈雜，人們一聽到機器發出這些異樣的聲響，便知道機器不妥，立即設法應付，便可以大事化小，小事化無，一場大災難可得以平安度過；不過，如果工廠裏面的噪音太高，以致機器發生故障之初，這些警告性質的聲響被噪音所蒙蔽，以致人們無法察覺而始終沒有設法去應付，後果就嚴重了。

令人覺得奇怪的是：噪音的問題雖然日益嚴重，但人們對噪音的知識却没有隨之而增長，同時也不思算採取有效的方法和步驟去對付它。

要有效地對付噪音，每一間工廠應該為工作人員的健康和安全着想，具有起碼的聲學設備，把噪音減至最低限度；工廠內的每一部機器應該有新的聲學設計，在開動之時寂然無聲，或者只有極輕微的聲響。其次，住宅裏面的電器（如風扇、冰箱、冷氣機、抽氣機等等）應有新的設計，務使其發出的嘈雜聲減至最小，而位於

鬧市和喧囂地區的住宅，應該在聲學上作適當的處理，如裝設各種減音裝置和隔音設備等等。至於馬路上的汽車和電車，也應該有新的設計，在開動和行駛之時沒有嘈雜的聲音，以保持市區的寧靜。所有這些，下文將有較詳細的論述。

目前的當務之急，無疑是消除人們對於聲音（尤其是噪音）的混淆和錯誤觀念，並使人們在這方面獲得基本的或充分的知識。我們要重視科學的知識和客觀的事實，提高聲學的地位，讓它站在科技的前綫，使將來的各種機器設計都獲致「靜」的效果。此外，社會人士要充分了解喧囂嘈雜的惡劣後果，對於不必要的噪音，不可再逆來順受，必須設法避免或將之消除。在另一方面，設計機器的工程人士，必須充分明瞭有關噪音的一切，並須與聲學家們取得合作，盡可能地把機器的噪音減至最低量度。廠商生產「靜」的機器之後，要將其機器的噪音音平標誌於機器上面，正如價格和技術規格一樣。

二、空氣、波浪和聲音

所謂「噪音」，其實是一種特殊的聲音；這種聲音一向被人認為是「不需要的音響」，在大多數的場合都不會受到歡迎的。因此，人們對這種噪音都避之若浼，千方百計都要把它減小或消除。不過，在未着手研討消除或減小噪音的方法之前，我們必須先行徹底了解聲音究竟是什麼東西。

凡是受過中等教育的人，都會記得自己在學校讀書時所學到的聲學知識。他們都聽先生講述過振動和波浪（音波或聲浪），都見過課本上所繪的音波插圖，這些插圖畫着一條條的波浪形曲線，由聲源向外擴展，表示音波的前進。因此，許多人都以為聲音發生時，空氣裏面都充滿了這種看不見的波浪形曲線。但事實上絕非如此。

聲音可以在許多媒質（如空氣、水、各種流質、氣體和固體物質）裏面發生。我們通常都在空氣裏面聽到聲音，但你也可以在水、混凝土以及任何氣體、液體和固體物質裏面找到它；只有真空裏面才沒有聲音。媒質