



空間聲響領域實在太過專業，就算在聲學與音響發展成熟的歐美國家，專精此道的廠家也是少之又少。聲博士為何會投入這麼專業的領域？他們產品與一般音響調聲道具又有何差異？這些疑問在我親自來到Soundbox聲博士之後，不但完全得到解答，而且答案「科學」的令人驚訝！

空間聲響處理不是玄學

聲博士原廠探訪

文 | 陶忠豪



只要是稍有研究的音響迷應該都知道，聆聽空間對於音響系統的表現影響重大，如果空間先天長寬高比例不佳，後天聲響處理又不理想，就算坐擁天價音響系統，也只能聽到完全失去平衡的聲音，無法發揮系統的真正實力。

空間聲學的難題

問題是，空間聲響到底如何處理整治？如果能夠從頭設計規劃，從空間比例開始計算，打造專屬影音聆聽空間，那當然是最理想的狀況。「空間是最昂貴的音響投資」，也就成為音響迷普遍認同的觀念。不過這樣真的能夠獲得好聲嗎？我自己曾經聽過許多特別打造的音響室，老實說，真正達到好聲的案例並不多，有時甚至更糟，因為在空間裝潢時，調聲裝置都已經固定死了，之後想要調整反而難以進行。

對一般音響迷而言，更常見的狀況是空間條件受限，不可能大興土木變動隔間與裝潢，所以只能進行各種後天調整措施。吸音棉與擴散板是大家最熟悉的空間調聲裝置，許多人對低頻駐波、第一次反射音這些空間聲學專業術語也不陌生。預算充足者，通常購買專為音響室設計的調聲裝置，預算有限者，則開始從手邊各種材料著手實驗，在牆角塞枕頭棉被、在側牆放書櫃CD架，在地上鋪地毯，在天花板黏雞蛋紙盒，我自己也曾這麼搞的天昏地暗，問題是這些道具的效果到底如何？在什麼地方該用什麼樣的吸音或擴散裝置？就算花錢買來昂貴的廠製道具，一樣只能靠著不斷摸索嘗試，向難以捉摸的空間聲響奮戰。某些經驗豐富的玩家，或許能靠著經驗法則抓出大致調整方向，但是音響界有更多「調音大師」，把空間調校塑造成一門玄學，音響迷也因為缺乏具體的科學與數據輔助，只能迷失在空間聲響的五里霧中。這次來到位於廣州的聲博士工廠採訪，就是為了破解空間聲響玄學，探究科學根據而來。

大型工程建聲佔70%

本刊曾經採訪過無數歐美音響原廠，不過這次採訪聲學處理專業公司卻是頭一遭。老實說，動身前往之前，我實在有些懷疑聲博士的背景與專業實力，因為空間聲響領域實在太過專業，就算在聲學與音響發展成熟的歐美國家，專精於此道的廠家也是少之又少。聲博士這家香港公司為何會投入這麼專業的領域？他們產品與一般音響調聲道具又有何差異？這些疑問在我親自來到Soundbox聲博士之後，不但完全得到解答，而且答案

「科學」的令人驚訝！

在聲博士，我遇見了主事者殷生及創始人之一的張文雄，他們知道我的心中滿是疑問，所以先從大陸市場的聲學發展背景開始說起。在我的想像中，空間聲響應該是一門極度專業而且小眾的市場才對，但事實狀況完全超乎我所預期。空間聲響的正確說法應該是「建築聲學」（Architectural Acoustics），在大陸專業領域簡稱「建聲」，市場上對建聲的需求，其實普遍存在於各個領域，音響迷的試聽室只佔聲博士業務的30%，其餘70%來

自於體育館、劇院、音樂廳、會議廳等大型工程；機場、酒店、碼頭等公共環境；舞廳、KTV等商業娛樂空間；以及遊艇、高鐵、坦克等特殊領域，這些需求才是聲博士的真正生意來源。大陸近年積極爭取舉辦國際級體育競賽，廣設大型運動場館，這些空間如果沒有建聲處理，聲響狀況絕對混亂不堪，根本無法使用，要改善空間聲響，也絕不能只靠瞎子摸象，這些大型場館的建聲費用驚人，一旦施工完成就無法隨意更動，最終成果還必須符合國際規範，由此可見大陸

市場對於專業建聲的迫切需求。有龐大的市場需求支撐，聲博士才有可能投入大量資金進行科學化的研發與測試。相較於一般音響專用的建聲道具，只能依靠Hi End音響這個小眾市場支撐，當然不可能像聲博士一般投入龐大資源進行研發，不論規模或專業程度都完全無法相比。

建聲不是裝修

殷先生告訴我，聲博士的創始人中，有兩人是聲學專家，專精於建築聲學設計，在工作的過程中，他們發

01. 聲博士主事者殷生（右）告訴我，聲博士的創始人中有兩位建築聲學專家，曾經來過台灣的張文雄（左）不但懂建聲專業，更是一位重度音響發燒友。
02. 聲博士的工廠建於2006年，廠區規模不小，近年的成長都是以倍數計算。
03. 聲博士是香港公司，在香港九龍有辦公室，工廠則設在廣州市番禺區。
04. 聲博士的主要業務來自大型工程，請看跑馬燈上寫的，大陸第十二屆全國運動會全部場館，就統一採用Soundbox聲學產品。





05. 這是聲博士公司內的產品展示區，產品種類一應俱全，而且每一樣產品都有科學根據，並且經過專業測試計算。



06

06. 替歐洲建聲廠代工也是聲博士的業務之一，來自葡萄牙的專業建聲品牌Jocavi就是聲博士的長期合作夥伴。



07

07. 聲博士的大部分產品都可以在自己的實驗室中進行精密測試，少部分則委託第三方單位進行測試。

現大陸對於建築聲學普遍缺乏專業認知，認為建聲就是做裝修、打角料、鋪棉埋板材，做的好是碰運氣，做不好也沒得改。市面上的建聲產品幾乎沒有經過科學測試，規格數據根本不能採信。就算使用進口專業建聲材料，也因為施工達不到專業要求，一樣無法發揮效果。這種市場背景，促使他們在2000年創立聲博士，堅持以科學態度進行研究，以專業標準進行產品測試。「要建構真正可以測試所有產品的實驗室，成本至少要兩百萬人民幣，但是在大陸開工廠的平均投資只有二十萬元」，殷先生告訴我，這就是聲博士與他廠建聲產品的差別。

必須通過專業認證

聲博士在科學研發與專業測試雖然投資龐大，但卻是完全值得而且必要的。一方面，建築設計師在進行建聲規劃時，終於有了可以信賴的產品與明確的規格依據，不用再擔心實際成果與預期完全不符。另一方面，大陸大型工程對於建聲規格的要求也非常嚴格，聲博士所有產品的測試規格，都必須通過北京「聲望」公司的認證，施工完成後也必須經過聲望驗收。聲望是一家專精於聲學測試軟

體的公司，在大陸建聲領域有權威地位，如果產品沒有通過聲望認證，也就無法參與這些大型工程建設，可見建聲產品的專業測試，絕對是必要而且重要的。

朝「便捷建聲」產品發展

殷先生告訴我，聲博士的發展歷經三個階段，從2000年創立到2006年，主要從事建聲設計與工程應用，依照建築設計建聲設施。2006年決定設立工廠，已有計劃量產建聲產品。不過2006到2008年時，主要是以「訂製型」產品為主，在工廠先做好建聲裝置的半成本，再移到工程現場安裝。2008年之後，正式開始量產建聲產品，成為大陸第一家正式推出「預製型」建聲產品的廠家，聲博士把這種模組化的建聲裝置稱為「便捷建聲」產品，不但可以大量生產降低成本，提升產品競爭力；還能因應不同環境需求，決定使用的數量，而且可以輕易的調整更換，不用大興土木，甚至可以提供各種顏色選擇，使用彈性更大。

充滿競爭優勢

除了自有品牌之外，聲博士同時也替歐洲廠家代工，例如來自葡萄牙的專業建聲品牌Jocavi在產品與理念上就

與聲博士非常接近，兩者也是長期合作夥伴。在2011到2012年間，代工業務曾經一度佔聲博士營業額的60%，但殷先生認為這代表聲博士自己的產品不夠好，並不是好現象。所以近年聲博士刻意縮減代工事業，預計2018年後就將終止代工業務，全力發展自有品牌。

殷先生透露，他們與Jocavi雖然已經合作很久，但是現在聲博士已經成為Jocavi的主要競爭對手，原因之一是兩者的產品相似，但是價格差距太大，Jocavi的產品竟然比聲博士貴上七倍之多。另一個原因是，聲博士的規格標準比Jocavi還高，不但完全符合歐洲的環保規範，還符合中國更嚴苛的消防法規。所以Jocavi不但在中國難以與聲博士競爭，在亞洲與日本市場也幾乎被聲博士取代。聲博士近年的成長規模都以倍數計算，不過殷先生告訴我，大陸市場目前仍以傳統建聲佔市場大宗，聲博士所推廣的「便捷建聲」只佔市場一小部分，未來還有極大發展空間。

積極推廣建聲教育

訪談尾聲，殷先生拿了三本厚厚的型錄給我，令我驚訝的是，這三本「書」並不只是產品型錄而



08



09



10



11

08. 聲博士與大陸聲學機構往來密切，這些照片記錄的都是從大陸各地前來參訪的學術單位與聲學領域學者。
09. 聲博士每個月就是在這裡進行建築聲學的培訓課程。
10. 聲博士的每一樣產品都經過專業聲學機構認證，同時還必須通過歐洲環保法規，以及嚴格的大陸消防法規。
11. 這三本型錄印刷精美，裡面不僅介紹聲博士自家產品，還詳細介紹了建築聲學的理论與知識，成為大陸許多設計師人手一套的教科書。

已，還詳細介紹了許多有關建築聲學的理论與知識，內容甚至是中英對照，簡直可以當做空間聲學的教科書。事實上，現在大陸許多建築設計師的確都有一套聲博士型錄，在聲博士的官網上也有豐富的專業知識可以免費瀏覽。殷先生語重心長的說，許多人把建築聲學當做「玄學」，就算是懂聲學的教授，也把聲學當玄學，不願公開分享專業知識，想要處理聲響問題，只有找他才能解決。聲博士則不一樣，他們認為聲學絕非玄學，而是一門科學，唯有讓更多人認識建聲，知道建聲的重要性，市場才會繼續成

長。基於這個理念，聲博士固定舉辦培訓課程，每個月的參與人數約有一百到兩百人，一年培訓人數將近一千五百人。目前他們正參與編寫一套由大陸建設部發起的「建築聲學材料標準」，參與的單位包括南京大學建築聲學研究所等數個學術機構，聲博士則是唯一受邀參與的企業單位。除此之外，他們還正在進行產品數據資料庫的建構工作，這套系統可以搭配一般設計師熟悉的專業設計軟體，只要導入聲博士的產品參數，就可以直接進行建築聲學的規劃設計。與整個中國的市場規模相較，聲博士的培訓規

模或許不大，但是殷先生認為影響力將會慢慢拓展，為了推廣正確的建築聲學觀念，他們會盡力而為。

三個產品線

聲博士的產品線包括三個系列，分別是針對大型工程、公共環境與商業娛樂空間，以固定式建聲系統為主的Soundbox「聲博士」產品線；主要針對居家空間、音響室、專業錄音室，同時也擴及商業或體育環境，以「便捷建聲」產品為主的Howeasy「好聲易」產品線，以及以隔音減振工程為主的OFF產品線，在接下來的單元中將會詳細介紹。A

建聲產品之外，大型號角喇叭研發中！

聲博士在投入建聲領域之前，其實曾經涉足音響製造產業。即使今日的主業是建聲產品，但是對音響的熱情依然不減！張文雄先生告訴我，喇叭也是聲學的一種，聲博士在建聲領域的研究，對喇叭設計一樣有幫助。目前聲博士有一個小組正在積極研發喇叭，驚人的是，他們正在開發的，竟然是大尺寸的號角喇叭。張先生說這種大喇叭其實市場接受度不高，但是他個人非常喜歡這種設計，不希望這種形式的喇叭在市場上消失，所以才決定研發。從張先生的言談中，可以感受到聲博士對於喇叭研發是充滿理想與熱情的！



12. 正在研發中的號角喇叭，配備15吋TAD低音單體、4吋TAD鈹振膜壓縮驅動器，分頻點設在700Hz，效率98dB。

13. 這是Sony替CBS錄音室開發的號角，開口形狀非常特殊，張先生認為設計比TAD還要優異，所以特地找來當做研究對象。

14. TAD原本的分音器採七階斜率，設計非常複雜，張先生認為聲音太緊了，所以另外設計分音線路，改為兩階分音，現場初步試聽，表現非常優異！



15. 從現場使用的Krell前後級等經典器材，可以看出張先生的發燒程度，唯一的新產品是PS Audio DirectStream DAC數位訊源，聲音表現請參閱本期集體試聽，好聲！

16. 被發燒友奉為經典的TAD原裝號角，也是聲博士的研究對象。

Part 2

媲美權威學術機構的專業實驗室

聲博士的聲響實驗室完全依照專業規格打造，設備等同於大陸最權威的上海同濟大學聲響研究所。主要分為「殘響室」(Reverberation Room)與「隔音室」(Soundproof Room)兩個獨立測試空間。前者主要測試吸音裝置，後者則用於測試隔音裝置。

殘響室 (Reverberation Room)



01. 這是殘響室的入口。所謂殘響 (Reverberation)，意指當室內聲波擴散達到均勻穩定的「擴散聲場」(Diffusion Field) 狀態時，音源停止發聲後，聲音在密閉空間中多次反射或散射而延續的狀態。
02. 殘響室內部設有八支麥克風，收錄空間中的殘響狀態，以便測試殘響時間。在尚未放入吸音裝置前，這個測試空間的殘響時間長達20秒，在這裡說話，聲音受到殘響干擾，已經聽不清楚說話內容了。
03. 從這個角度可以看出牆面全部設計成凸面反射體狀態，這種設計可以讓聲波均勻的在空間中擴散，達到「擴散聲場」(Diffusion Field) 狀態。
04. 殘響室用這個球形多面體喇叭發出測試音源，空房間時測試一次，放入吸音裝置後再測一次，就可以分析得知吸音裝置的效果。
05. 實際放入一塊吸音裝置後，殘響時間明顯大幅縮短。理論上吸音裝置放在空間中任何地方都可發生效用，但是設置在聲音反射能量最強的第一次反射點時，效果最好。

隔音室 (Soundproof Room)



01



02



03



04

- 01. 另一間隔音室同樣採用兩道隔音門隔離外界噪音干擾。
- 02. 這個空間分為兩個部分，中央的隔間可以裝設四塊3平方米的隔音板，總測試面積達到12平方米。
- 03. 3平方米的隔音板大約就是這般大小，一次同時安裝四塊進行測試。
- 04. 隔音板的一端設有一個大喇叭與一個超低音喇叭，用來當做發聲音源，另一端則用麥克風測試隔音後的音壓大小。

隔聲減振體驗房 (Noise Damping Experience Room)



01



02



03



04

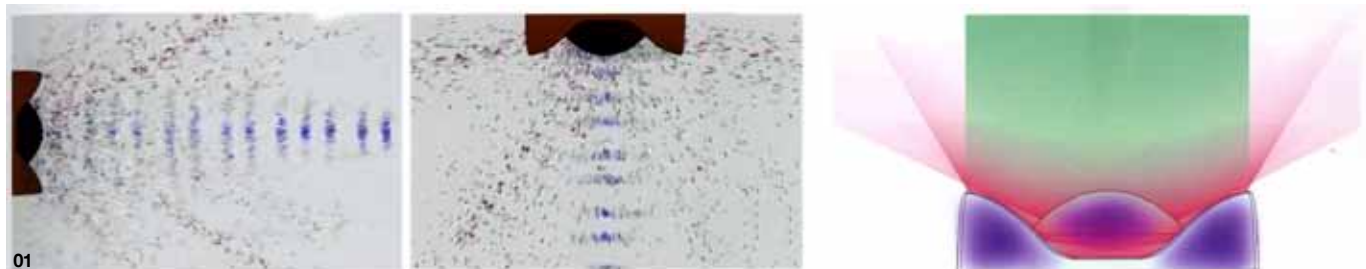
- 01. 這個「隔聲減振體驗房」並非測試用的實驗室，而是使用聲博士的OFF隔音減震材料建造的空間，用來示範自家產品的實際隔音減振效果。
- 02. 內部同樣設有一個大喇叭與一個超低音喇叭，用來當做發聲音源。
- 03. 由於是示範空間，不是嚴謹的實驗室，所以只設置一道隔音門，門外有一支麥克風，以及一個顯示螢幕，用來測試並顯示室內與室外的音壓狀態，藉此示範隔音效果。
- 04. 門外還有一個iPad，用來播放測試用的音樂，其中有低音強勁的電子舞曲，還有一首是張韶涵的「隱形的翅膀」。

Part 3

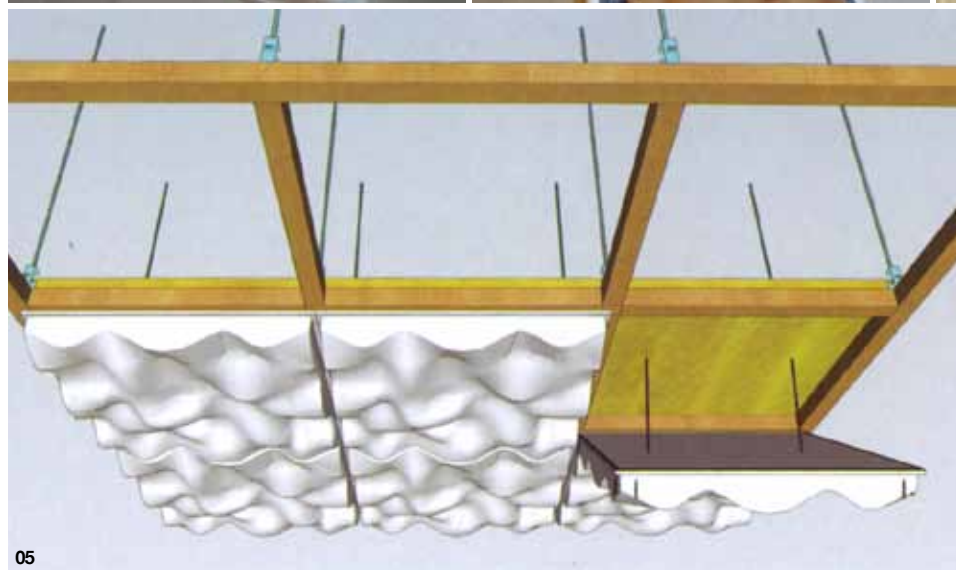
三大產品線之一：Howeasy好聲易 適合家用環境的便捷建聲系統

在聲博士的三大產品線中，Howeasy「好聲易」最適合用於小空間及家用環境，也是最值得音響迷注意的產品線，除此之外，也適用於電台、錄音室、練琴室等環境。最大特點採模組化設計，安裝方便，不用大興土木施工，聲博士是大陸第一個推廣此類「便捷建聲」產品的廠家。

MLS雲擴散體



01. 雲擴散體的不規則波浪造型並不是為了美觀，而是根據德國聲學家施羅德在1975年提出的MLS（Maximum Length Sequence）理論計算而設計的三維擴散體，可以讓空間中的聲波擴散更為均勻，還能打散聲波相位。擴散體的空腔可以吸收100Hz左右的頻率，一般空間在這個頻段容易產生駐波，讓聲音帶有「鼻音」，適度的吸收這個頻段，可以有效提升聲音的清晰度。



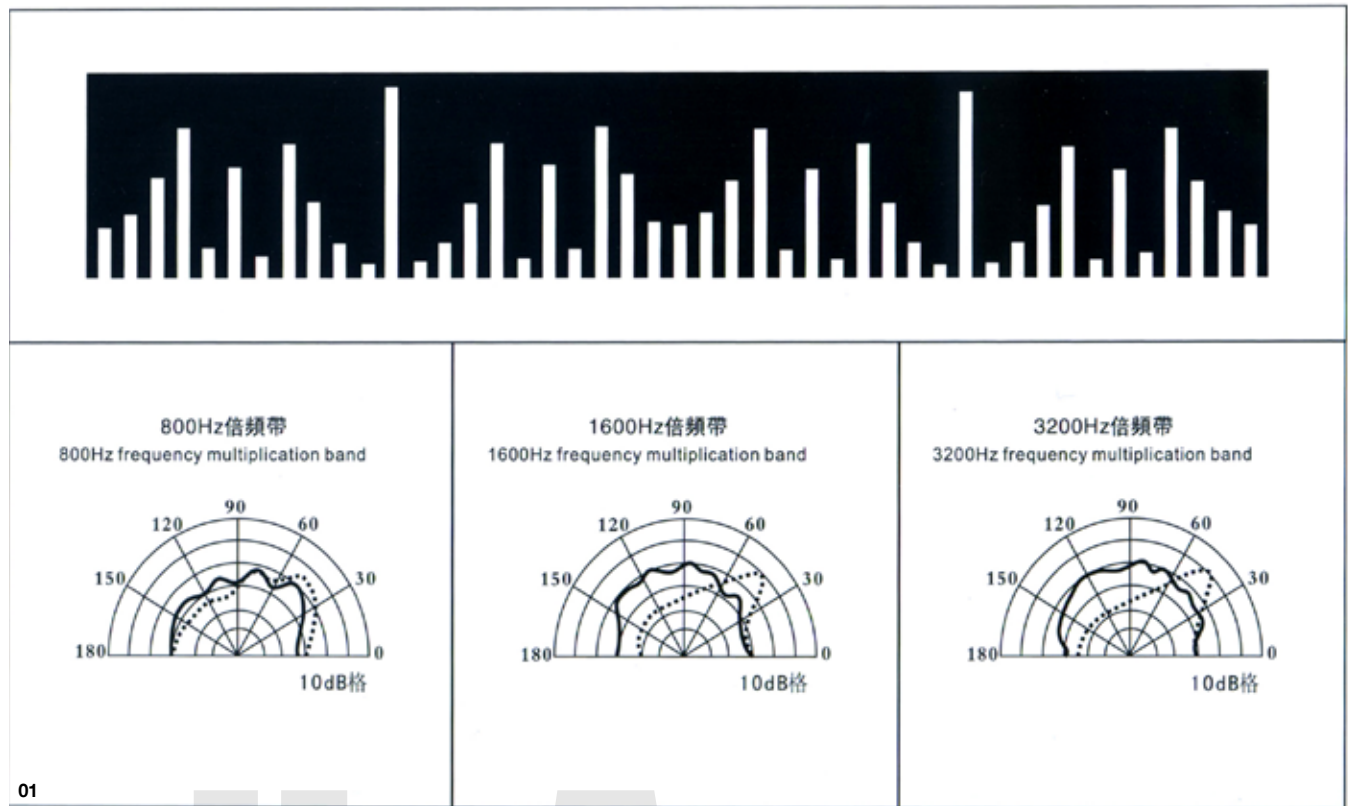
02. 聲博士的雲擴散體採用GRP增強型玻璃纖維鑄造，硬度非常高，不是一般保麗龍擴散板可以相比，內部深度不同的空腔，兼具低頻吸收能力。

03. 這種峰谷擴散體的作用與雲擴散體類似，一樣可以均勻擴散聲波，同時還能提供3dB的聲能增益，適合用於音響系統的背牆，形成水平擴散面。

04. 這種金字塔擴散體同樣是雲擴散體的一種，可以均勻擴散聲波、打散聲波相位，內部空腔還能吸收125-500Hz的低頻，可以有效提升聲音的清晰度。

05. 「便捷建聲」產品的特點之一是安裝方便，不過這不代表這些產品可以隨便安裝。聲博士的手冊上詳細說明了雲擴散板的安裝方式，每種安裝方式適合不同的空間環境，安裝正確了，才能發揮最大建聲效果。

QRD二次餘數擴散體



01

01. 聲博士的二次餘數擴散板完全依照QRD（Quadratic Residue Diffuser）計算軟體設計而成，每一格的寬度是半波長，不同深度的踏步則是依照公式設計，當聲波進入這些踏步，會在不同的時間被逐漸釋放，讓聲能擴散更均勻，也讓音響重播的音場更開闊，高頻更輕鬆自然，適合使用於天花板、兩側牆、喇叭後方，以及聆聽位置的後方牆面。



02



03



04



05

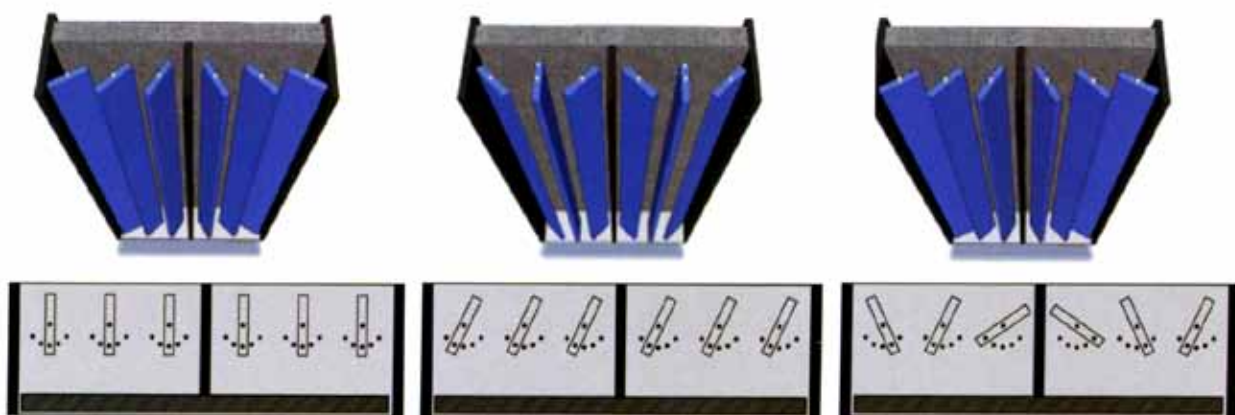
02. 聲博士的擴散板採用天然橡膠實木製作，材質特性穩定，而且符合歐洲環保標準，這種細長型的擴散板同時也是一種增量板，可以稍微提升極高頻的能量，讓聲音聽起來更活生，清晰度更好，可以在不影響殘響時間的狀態下，有效改善聲音乾澀的問題。

03. 這種方格狀的擴散板同樣是根據二次餘數公式計算而來，柵格的深度與寬度可以讓聲波更均勻的擴散反射，根據原廠資料，可以讓人聲更柔順，高頻更鮮活，音場更開闊。擴散頻率範圍是430~861Hz，最高擴散頻率是2,730Hz。

04. 這種二次餘數擴散板除了可以產生全方位擴散效果，還可以防止回聲（Echoes）與駐波。擴散頻率範圍是571~1,142Hz，最高擴散頻率是5,548Hz。

05. 二次餘數擴散板除了中心擴散頻率之外，可以向上擴散六度以上的高頻，這塊擴散板的中心擴散頻率是491~893Hz，最高可以擴散至2,324Hz。在一般空間中，聲博士建議只需擴散高頻到極高頻，再搭配吸音材料，平均吸收5kHz~500Hz，就可達到好聲狀態。

其他便捷建聲產品



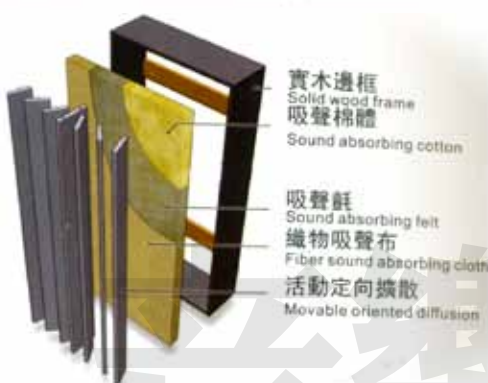
垂直開為吸聲
Vertical opening for sound absorption

傾斜開為反射
Inclined opening for reflection

左右開為擴散
Left and right opening for diffusion

↑→

這種調聲裝置具備六片可以調整方向的板片，是一種創新的擴散與吸音裝置，隨著板片方向的改變，可以調整為吸音、反射或擴散狀態，板片後方還設置了高密度吸音體，可以吸收250Hz頻率，藉此消除板片後方的諧振聲波，還可有效消除顫動回聲（Flutter Echo）與駐波，適合喜歡調音的音響迷使用。



01. 這種活動式調聲裝置一面是吸音體，一面是擴散反射體，可以隨著用途不同而設置。市場對此類產品的需求日增，光是美國市場，每個月就有兩個貨櫃的出口量。
02. 這種寬頻聲弧擴散體可以有效改變聲波平行反射，提升空間感，聲弧的弧度越大，擴散的頻率越低，聲弧內的空腔則是低頻陷阱，可以吸收100Hz以下的低頻，不過極低頻不建議吸收，否則空間聲響反而不好聽。
03. 這種絨布吸音裝置與音響迷常用的吸音板類似，但是聲博士的產品區分更細，有更多的選擇，不但尺寸厚度不同，內部填充的玻璃纖維棉密度也有差異，藉此調整吸音的強弱與頻率，有的內部填充了至少三種不同密度的玻璃纖維棉，能夠吸收更寬廣的聲音頻率，建議與擴散板搭配使用。
04. 除了居家與音響室之外，其實餐廳、舞廳等商業空間的建聲處理也十分重要，聲博士對於這些空間也有深入研究，建議使用具有高能量吸收能力，可以將聲能透過微孔材料轉化為熱能的吸音板，改善此類空間的聲響狀態。

兩間視聽室與實際安裝示範



01



02



03

01. 聲博士工廠中，除了產品展示區、聲學實驗室之外，還有兩間影音視聽室，實際示範便捷建聲產品的安裝與效果。這間大視聽室的側牆採用吸音與擴散交錯使用的方式設置。
02. 天花板鋪滿雲霧擴散體，內部還有藍色LED燈點綴，視覺效果迷人。
03. 另一間視聽室空間非常小，前牆以擴散為主，兩側牆角設置低頻陷阱。
04. 喇叭隱藏在透聲銀幕後方，天花板鋪滿柵格式擴散板。
05. 側牆同樣採擴散吸音交錯方式設置，牆面的吸音板可以輕鬆掛置與拆卸，板材後方還可安裝薄型環繞聲道喇叭，這就是聲博士便捷建聲產品的好處。
06. 這個薄型喇叭是聲博士自行研發的產品，使用有限元素分析方式設計，配備一只4吋全音域單體，頻率響應80~26kHz，效率87dB，特性十分優異，聲音表現也令人驚豔，希望有機會可以引進台灣。



04



05



06

Part 4

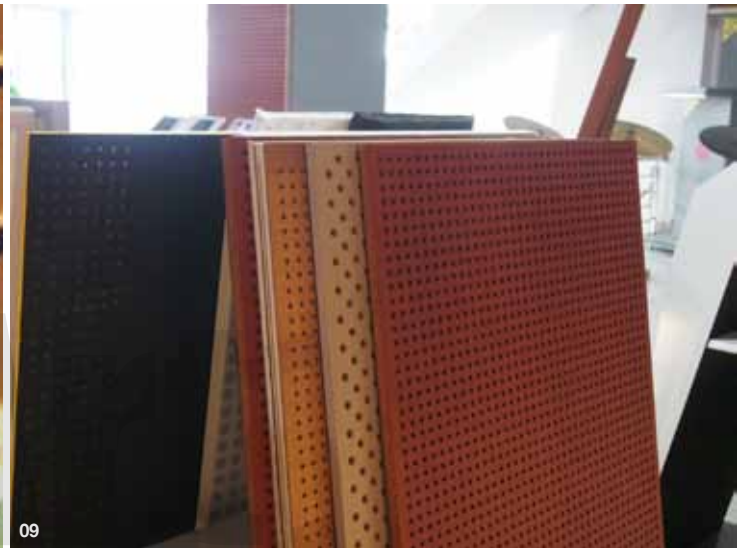
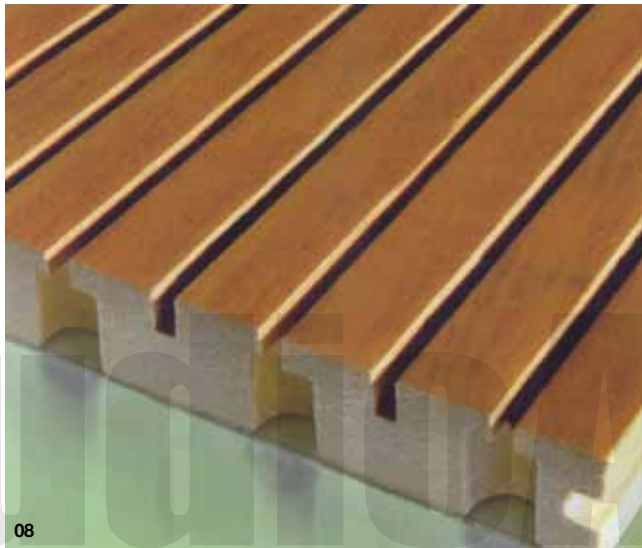
三大產品線之二：Soundbox固定建聲系統 通過嚴格認證，大型空間的專業建聲解決方案

固定建聲系統主要用於大型工程，例如體育館、音樂廳、會議廳等等，大陸對於此類建設的聲學要求嚴格，必須通過專業認證與驗收才能過關，所以建聲材料的規格數據必須十分精確。此外大陸的消防法規比歐美還要嚴格，所以聲博士產品在防火安全性上也優於歐美製品。



- 01. 這種超大型橢圓體百頁窗是一種吸音裝置，可以水平或垂直安裝，也可以手動或電動調整，適合設置在天花板或牆面，兼具降噪與調光功能，而且不會影響通風。
- 02. 近看超大型吸音百頁窗，表面佈滿不規則孔洞，不同的孔徑可以吸收不同的頻率，葉片內部還填有吸音材料。
- 03. 這種圓柱也是吸音裝置，表面同樣有許多大小不一的孔洞，內部填充環保吸音棉，用來控制空間殘響時間。可以水平也可以垂直吊掛，適用於體育館、機場、車站等大型空間。
- 04. 這種板狀吸音體也是利用不規則孔洞與內部填充的吸音棉控制建築聲學狀態，吸收的頻率十分寬廣，聲博士在去年的錦州體育場建聲工程中大量使用，大幅縮短了原本長達數十秒的殘響時間。
- 05. 許多大型室內體育館採用垂直方式裝設板狀吸音體，避免阻擋透光屋頂的光線。





06. 這種建聲裝置叫做槽孔板，前方有細溝槽，用於擴散反射聲波，後方有孔洞，用於吸音，孔洞的大小同樣經過精密計算，可以提升聲音的清晰度與立體感，而且可以適度吸音，改善殘響時間，又不會讓聲音變得太死。
07. 靠近觀察，就可以發現溝槽後方的孔洞，溝槽與孔洞必須相互搭配，才能有效調整空間聲響狀態。
08. 槽孔板的剖面結構，許多類似產品只有前方溝槽，卻無後方孔洞，那是不具備建聲控制效果的。
09. 請注意這些穿孔吸音板上的孔洞大小不同，孔徑是經過科學計算的結果，不同的孔徑可以吸收不同的頻率，孔徑大者適合吸收中、高頻，孔徑小者可以吸收中、低頻。
10. 這種聲學擴散體的每個切面角度不同，可以均勻反射室內聲波，讓聲能在室內的各個方向傳遞機率相等，達到聲音能量密度均勻的狀態，需要由專業設計師規劃使用，適用音樂廳、大禮堂等大型室內空間。
11. 這種弧形擴散板常使用於教堂之類的環境，厚度不同就有不同的擴散效果。
12. 這種反射板採用特殊高密度材料壓製，重量非常重，而且非常堅硬，可以模擬厚水泥板，被大量使用於舞台架設，鋪設在舞台上，可以避免舞台空腔吸收低頻。吊掛在舞台上，則可以反射增強特定方向的聲音能量，讓每個方向的聲音能量都與舞台中央相近。



Part 5

三大產品線之三：OFF隔音減振系統 一張OFF隔聲板＝八張石膏板的隔音效果！

提到隔音工程，必須先釐清一般人的兩個觀念。首先，吸音不等於隔音，兩個是完全不同的概念，隔音材料密度高、質量重；吸音材料講究多孔結構、質量輕。隔音材料通常吸音率低，吸音材料則隔音律低。再者，隔音也不等於隔振，隔音是通過切斷透過空氣傳遞的聲波能量，隔振則是隔離結構振動，隔音減振必須兼顧，才能真正排除噪音干擾。



- 01. 任何物質都有隔音效果，但是單一材料只能隔離單一頻率，聲博士的OFF隔音板採用三層不同密度和特性的材質，夾入高分子阻尼物質，構成高壓複合結構，可以將聲波轉換為熱能消散，板材不厚，但是隔音效果卻十分顯著。
- 02. 這種黑色隔音氈看似音響迷常用的瀝青材料，不過聲博士的產品是以Asphalt分子為基材，再加入高質量礦物粉及吸音顆粒融合而成，重點是材料完全環保，不但沒有異味，甚至屬於食品級橡膠，應用範圍非常廣泛，可以鋪於地板下方，可以包裹水管或冷氣風管，也適合用於汽車、遊艇或坦克車中，能降低機械振動，同時降低噪音。
- 03. 這種採用Cork高分子基材製造的減振磚不但耐用，而且防潮防霉，不易燃燒，即使承受數噸重量，依然能夠吸收隔離振波能量。適用於工廠機具及舞廳等高能量噪音場合。

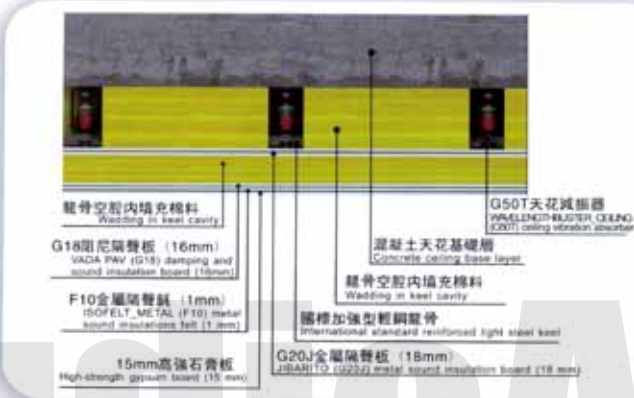
- 04. 在隔音結構中填充吸音棉，主要目的是降低空腔共振，棉料對中高頻的吸音能力良好，但是棉料的密度與厚度必須精確掌握。一般採用的棉料是離心玻璃纖維棉或岩棉，這類材料密度均勻，而且不會燃燒。許多人認為這類棉料有粉塵問題，但是聲博士使用的材料並沒有此類缺點。
- 05. 隔音工程的施工是一門專業，不但縫隙必須完全填補，固定安裝也有規範，即使只是多一個釘子，也會影響共振特性。安裝完工之後，必須確認2~100Hz不能存在結構共振，才算是合格的施工。
- 06. 現場展示三種牆面隔音結構，隔音能力越強，牆面結構越厚越複雜。



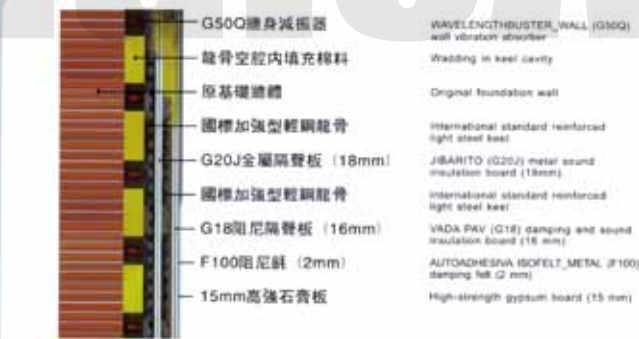


07. 這是最基本的牆面隔音結構，以OFF隔音板為主，已經能夠降低38dB的噪音，對於一般居家空間已經夠用。
08. 這種牆面結構可以降低41.5dB的聲音能量，除了使用複合式隔音材料之外，還導入了機械減振裝置，藉以隔離透過牆面傳遞的共振，這種振動雖然聽不到，但是卻會被錄音室的麥克風接收，所以一樣必須隔離排除。
09. 這是最高等級的牆面隔音結構，運用了非常多樣的材料隔離聲波及機械噪音，可以降低58dB的噪音，通常只有工廠或舞廳需要這種隔音措施。
10. 最高等級的隔音結構會佔去非常多的室內空間，一般住家根本不需要這種隔音結構。

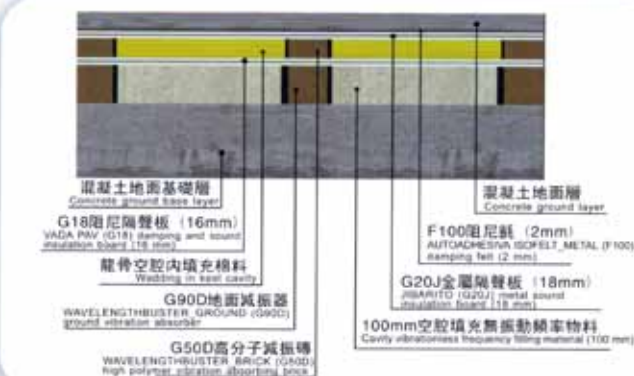
天花結構圖 Ceiling structural illustration



牆身結構圖 Wall structural illustration



地面結構圖 Floor structural illustration



10