

## 音樂廳的科學

當聲波離開聲源，向四周傳播出去後，有些會直接傳入聆聽者耳中，而剩餘的聲響稱之為「殘響」。殘響會影響空間裡的聲音，拿衣櫥與浴室做比較，在衣櫥裡，因為縫隙多，所以殘響較少，感覺起來的聲音很枯燥，聽起來很小聲；在浴室裡，因為牆壁較光滑且縫隙較少，所以殘響較多，而這些殘響加強了聲音的強度，使聲音聽起來很熱鬧、很有活力。

像音樂廳牆上每塊木板，是為了讓每位觀眾聽到的聲音都差不多。木板朝不同角度傾斜，呈波浪、綳摺狀攤開；舞台斜側方大片大片的木板更明顯，都呈幾何型等距排開，為的是讓聲音撞上木板後，朝不同角度反射，若都朝同一方向反射，勢必有許多觀眾聽不到聲音。

位於中正文化中心的國家音樂廳，觀眾席共 2074 個席位，分為三層樓，殘響控制在 1.7 至 2.1 秒，符合國際級標準，無論坐在哪個位子，都可以聽到舞台傳來的自然樂音，而不必透過麥克風。這是因為觀眾席內的牆面樓座及地板都採用光滑設計，把較多的聲音反射出去，所以才能把聲音的殘響時間控制得恰到好處。而觀眾席的絨布座椅，除了坐來舒服，還可吸音，讓音樂廳不論來了多少聽眾，殘響都不致差太多。除此之外，人體也是吸音體，因此新建音樂廳在未開張前測試時，多會找人來坐滿音樂廳，以確認滿場、空場的殘響差距，像國家音樂廳當年測試，就動員好幾所學校學生。

消失的聲音去了哪裡？兩廳院在建造之時，就對隔音規劃特別重視，除了要隔離廳外的雜音，還要求整棟建築的機具運轉聲、空調聲、人員走動聲都不能影響室內演出。為減低噪音及節約能源採用熱回收系統，各風道內設置消音器以降低空調設備噪音。觀眾席空調採自下而上系統，每個觀眾席座椅下之支柱均為出風口，讓適量的冷氣從夾層中，低風速均勻緩慢溢出，人體散出的熱量，使溫度略增，逐漸上升至平頂；燈光設備產生之熱使溫度急速上升，經回風管道引回空調箱，經熱回收設備交換後，排到停車場。

音樂廳的 2 樓第 14 排 21 號是國家交響樂團（NSO）為樂團執行長保留的專屬工作席，每一場 NSO 的音樂會都會預留這個位置。坐在這個位子上，人的耳朵高度與首席小提琴約是一樣的高度，而且第 14 排剛好在音樂廳的中間位置，在音響學上的「直接音」跟「反射音」的比例適當，音響品質非常好，這個位置，多少錢都買不到。

1. 聲音經不斷反射後，會產生什麼改變？
2. 「殘響」對日常生活有何優點？有何缺點？
3. 音樂廳內吸收聲音的裝置有哪些？反射聲音的裝置有哪些？