

# 從BBC開始的傳輸線式喇叭傳奇

Peter Thomas與PMC

文 | 郭漢丞



●PMC的設計者兼老闆Peter Thomas

「我」還記得1990年代初期我要離開BBC，自己創業製作錄音室專用的監聽喇叭時，周圍每一個朋友都認為我瘋了！」英國Professional Monitor Company (PMC) 主事者Peter Thomas如此說道：「那時候英國經濟衰退，景氣非常不好，而我在BBC（英國廣播公司）的工作相對非常穩定，所以大家都勸我不要離開，但是我認為該是時候了，要出來做自己想做的事情！」1991年，Peter Thomas毅然辭去了BBC穩定的工作，創立PMC。

## 專業的偏執狂

在最不景氣的時候，從追求自我實踐放棄穩定高薪的工作，投入未可知的創業之路，可以猜想Peter Thomas對製作監聽喇叭這件事，有著絕對自我的偏執狂。但是與Intel總裁安迪·葛洛夫那句「惟偏執得以生存」的名言對照起來，則顯得格外鮮明。從英國Cantebury大學電子工程系畢業以後，Peter應試進入BBC，由於是科班出身，BBC將他分配到專業音響研發部門，持續鑽研了十四年，然後選擇在最不景氣的時候創業，如果沒有Peter Thomas的偏執與堅持，恐怕現在也沒有PMC，而是在BBC擔任

●BBC Madia Vales錄音室所使用的BB5/XBD。BBC是最早採用PMC喇叭的專業錄音室，也奠定了PMC創業初期的業務基礎。



●位於PMC工廠旁的小倉庫，Peter喜歡稱之為「船屋」(Boat House)，裡面擺放著Peter多年來的喇叭收藏，並且改裝成試聽室。從周遭的環境，你可以感覺到工廠附近其實是很安靜的鄉村社區。



●「船屋」裡面掛著艾美獎 (Emmy Award) 的獎牌。是1996-97給Adrian Loader/PMC，為電視版「獅子王」的音效混音所頒發的特別獎，可惜Adrian已經在1997年因胃癌去世。

高階工程師。在穩定與追求自我實踐之間，Peter選擇了困難與風險，創造了PMC的傳奇。

在勇於實現理想的過程中，Peter Thomas並不是獨自奮鬥，在1990年代初和Peter一起創業的伙伴還有Adrian Loader。Peter和Adrian以前是BBC一起工作的同事，志趣相投，Adrian在BBC工作的時間大約十年以後離開，而Peter則繼續在BBC工作。但是當Peter在BBC工作的時候，就已經開始著手設計傳輸線式喇叭，也就是今天PMC喇叭的雛形。

### 在BBC的研究打下基礎

由於Peter在BBC擔任電子設備相關的研發部門，因此擁有許多資源可以進行他的研究，但倒不是「利用」公司資源，私下作自己的研究，Peter當時的工作目標之一，其實就是要制訂新一代鑑聽喇叭的規格，而在研發過程當中，Adrian則是共同參與討論的伙伴。

源自BBC最著名的喇叭莫過於LS 3/5A，不僅當時廣為BBC採用，家用市場上也賣得非常好，甚至到今天還有人願意高價收購二手品，是極少數喇叭可以保值，甚至增值的產品。LS 3/5A固

然極為成功，但當初設計時是為了廣播工程鑑聽所需，比較適合聆聽人聲，但錄製音樂或電影音效的鑑聽喇叭，必須符合較高的功率承受力，以達到錄音鑑聽所需的音壓，但是無論是LS 3/5A，或是更大型的LS 5/8或LS 5/9，都不能滿足這類鑑聽的需求，所以Peter和Adrian在BBC的工作，就是研究新世代的鑑聽喇叭，足以應付高功率輸入與大音壓播放，而且失真率要很低。

### 歷經五次失敗才過關

Peter從一開始就決定採用傳輸線式箱體設計，以便在有限的箱體之中重播完整的音樂頻段，歷經約五年的時間研發，終於在1990年左右完成。我很好奇

Peter所謂「完成」，究竟拿什麼做標準？結果答案就是BBC的專業測試標準，他說BB5名稱的由來，就是「Big Box Version Five」，也就是第五次改版。

在大約五年的研發期間當中，Peter和Adrian試做的「Big Box」喇叭，都會送到BBC來測試，從中汲取修改的意見。Peter回憶當時最初的設計，全部都是手工畫稿，沒有CAD電腦輔助，所以幾次原型都失敗。最後他們藉助CAD系統，終於成功的解決傳輸線式音箱的難題，在第五個版本通過BBC的測試。但隨著BB5的成功，Peter在BBC的工作也必須做一個抉擇。因為BBC內部規定員工不能夠賣產品給公司，如果Peter繼續留在

it's rocket science  
The evolution of the loudspeaker

→
→

<p><b>密閉式音箱</b> 效率低 低頻最大音壓有所限制 功率承受能力普通 簡單的箱體結構 低頻滾降斜率較低 低頻段振膜變形大：導致失真率提高</p>	<p><b>低音反射式音箱</b> 效率尚可 低頻最大音壓尚可 功率承受能力尚可 簡單的箱體結構 陡峭的低頻滾降斜率：相位特性不良 低頻段振膜變形較小 低音反射孔共振導致中頻段音染 在反射孔共振亦導致低頻控制力不佳</p>	<p><b>PMC ATL先進傳輸線音箱設計</b> 高效率 低頻最大音壓強 高功率承受力 成熟的音箱設計，音染低 低頻滾降斜率一致且和緩：優良的相位特性 全頻段振膜變形低：低失真 更好的中頻透明度：無反射孔音染 全頻段優秀的單體控制力 任何音量皆可均衡重播：低電平依然有良好的低頻解析 高音壓 (SPL) 依然具備低失真</p>
---	---	---

●ATL是PMC對自家傳輸線式設計的全名，在Transmission Line前面加上Advance，顯示其優越先進的特點，而非一般傳輸線式音箱。

BBC，那麼BB5就不能賣給BBC，所以Peter決定和Adrian一起創業成立PMC。

### 主打專業錄音室市場

爭取到BBC的訂單，對於PMC而言奠定了創業初期的業務基礎，隨後問世的MB1，則是「Middle Box Version 1」的縮寫，當時主要的目標是擔任後製（post-production）的錄音室，Peter與Adrian長期在BBC的專業錄音室工作經驗，讓他們很精確地掌握各種類型錄音室的需求，而Adrian的業務長才，更是PMC創業初期的功臣。

在開始的幾年當中，Peter專心從事研發與生產監督的工作，Adrian則是不斷找來訂單，讓Peter幾乎忙不過來。Adrian不僅在英國搶下眾多專業後製與Mastering錄音室的生意，同時也隻身前往好萊塢攻城掠地，從電影配樂的製作圈子開始，逐步建立PMC在好萊塢音樂製作的地位。在業務最繁忙的時期，Adrian幾乎都住在美國，留下Peter一個人在英國顧工廠。

Peter說，他們原本以為美國市場很大、很複雜，但是好萊塢的圈子卻相對很小、很封閉，所以當PMC走入其中一兩位關鍵人物的錄音室以後，市場便如滾雪球一般快速成長。

### 紀念老朋友的AML1

談了這麼多Peter與Adrian創業時的故事，你或許要問，怎麼封面故事的標題卻只有Peter Thomas一人？很可惜，業務能力一流的Adrian在1997年因為胃癌

去世，所以Peter得要自己一個人扛下PMC的重擔。和此間代理商施孝棣聊起這一段過往時，他說Adrian真的是超級業務員，十多年前登聲開始代理PMC時，Peter幾乎不說話，是個標準的技術人，所有業務的接洽都由Adrian負責。不過我來英國和Peter聊得很愉快，怎麼也不像代理商口中那個半天繃不出一句話的悶葫蘆，代理商說，Adrain的過世對Peter影響很大，不僅痛失創業伙伴與多年老友，PMC當時已經頗有規模，他得要扛下整個擔子，所以不能只關在家裡做設計，連業務也要自己管，幾年下來自然變得能言善道。

我沒再多問關於Adrian的事情，因為光是提到Adrian的名字，Peter講話的速度都會變慢一些，顯得若有所思，可以



● PMC也有「清倉大拍賣」？原來「船屋」裡面藏著Peter多年來的收藏，從Quad ESL-63的靜電喇叭，到BBC的LS 5/8、LS 5/9，甚至連B&W最早期的DM系列都有，當然也不乏各種早期的傳輸線式喇叭，Peter用來「拆解研究」。



● Peter興奮地介紹他的收藏，他說有些都是從e-Bay上面搶標下來的，看來網路拍賣的流行中外皆然。



● 「船屋」裡面的試聽室，擺放著最新推出的「Wafer」，雖然是超薄型喇叭，但卻依然是不折不扣的傳輸線式設計。



●這部EMT唱盤是Peter在BBC離開前最後的專案工作，把78轉老唱片轉成數位檔案。Peter說，即使到今天，類比依然是最佳的訊源之一，他自己也擁有很多類比收藏。



●組裝前的MB2的音箱，可以發現和OB1裡面的阻尼物又不同。



●這是AML1的高音單體，採用Audax的產品，但上面的「鐵蓋」，並不是標準配件，而是PMC特別設計，用來提高聲波擴散性，降低高音指向性。

●OB1的剖面圖，可以清楚看到傳輸線的通道，裡面還裝置了各種阻尼物，而且每一個面所使用的阻尼，厚薄與材質都略有不同，這些都是PMC的秘密所在，光是學不來的。



感覺到即使是快十年前的事情，依然對Peter影響很大。Peter還真是一位「惜情」的人，幾年前以Nomex單體製作了號稱PMC「有史以來結構最複雜的鑑聽喇叭」，型號稱為AML1，其實就是Adrian Loader全名縮寫，用來紀念老朋友，我相信AML1永遠不會停產，甚至不會改款，因為它不僅是PMC的喇叭之一，更是為老朋友所創作的產品！

### 傳輸線式音箱的代名詞

PMC創業的故事大概談到這裡，接下來讓我們瞭解PMC的設計基礎。提到PMC，幾乎每個人都會聯想到「傳輸線式音箱」(Transmission Line)，從第一對成功商業化的產品BB5開始，到最小的書架型喇叭DB1，全部都採用相同的原理，讓PMC幾乎成為傳輸線式音箱的代名詞。雖然傳輸線式音箱並不是PMC原創，但是PMC卻是把傳輸線式喇叭設計推展到極致的音響製造者，連今年CES亮相的超薄型壁掛式喇叭Wafer也不例外。或許我們可以大膽的說，若要找尋當今最好的傳輸線式喇叭，PMC肯定是第一選擇。

但是在來到英國採訪之前，我心中卻存有很大的疑問，雖然PMC在傳輸線式音箱設計樹立了當代典範，成為眾多錄音室採用的鑑聽標準，但為何大多數傳輸線式喇叭製造者，都禁不起時間的考驗，淹沒在音響歷史的長流中，只有1990年代後起的PMC能夠獨樹一格，把傳輸線式喇叭做得這麼好。不僅BBC願意在PMC剛創立之時就大量採用，十多年下來，PMC幾乎攻佔了全球主要錄音室，包含音樂與電影製作，都能看到PMC喇叭的蹤跡，顯然Peter Thomas有讀到的「不傳之秘」，才能把傳輸線式設計發揮到淋漓盡致。

### 理論很好、難題很多

「其實很多的技術早就已經開發出來，但是設計者卻沒有好好運用，所以才造成某些誤解。」傳輸線式音箱正式誕生，可以從1965年A R Bailey在「無線電世界」(Wireless World)發表的文章開始，後來IMF的John Wright由此改良，設計出一系列傳輸線式喇叭，在他的收藏當中還有不少這類古董級傳輸線式喇叭。但是Peter表示，每一種設計



●PMC工廠入口處。

●這麼帥的Aston Martin，難道是007來了嗎？原來這是Peter的愛車，去年二手價不錯買下來的。業務總監Miles說，Peter瘋了才買下這部車。



●在「船屋」裡面一邊試聽，Peter一邊和我們介紹PMC的設計理念。

理論都有其優點與缺點，優秀的設計者就是要從中找尋解決之道，去蕪存菁。「從來都沒有完美的設計，我們都是從問題中找尋答案，慢慢累積解決之道。」

究竟什麼是「傳輸線式」喇叭？就是透過傳輸線的通道，增加低頻的量感與延伸能力。基本理論從四分之一波長來計算傳輸線導管的長度，在設計喇叭時，先決定預計要達到的最低再生頻率，那麼傳輸線導管的長度，只要大約四分之一最低頻濾波長的長度即可。

譬如MB2喇叭，低頻延伸可達20Hz，所以傳輸線導管的距離以音速334公尺計算四分之一波長，大約需要4公尺的傳輸線導管。不過，實際上MB2的傳輸線距離為3公尺，這個問題在我去英國之前已經先計算過，所以直接詢問Peter，他說計算的公式是理論值，算出來的答案只是理想中的數值，但現實和理論之間總是有差距的，實際上傳輸

線式音箱的設計不能照本宣科，全按教科書的公式來搞，要不然全世界的喇叭製造者都會做了。

### 容積與阻尼相互影響

如果從各種DIY的書籍中，不難發現關於傳輸線式喇叭的實做參考，甚至連詳細的設計圖都齊備，似乎懂得精細的木工，裝上單體，就能自己做出傳輸線式喇叭。Pete說：「很多人談到PMC製作傳輸線式喇叭，講起來都很簡單，也沒什麼了不起，我從來不和他們爭辯，因為我知道PMC在這當中投入了多少心力，想盡辦法將很傳統的音響理論做到最好的地步。很多事情講起來簡單，真正做到好卻是不容易。」

在PMC工廠邊走邊聊，Peter順道指著組裝中的GB1音箱，他說傳輸線的導管不僅要考慮最低頻率再生所需的距離，同時導管的有效容積也是關鍵的計算項

目，所以理論上的傳輸線導管距離，和實際上的成品略有差距。當傳輸線導管的距離和容積計算完成之後，還必須在箱體內部安裝阻尼物與吸音材料，這些額外增加的物質，都會影響傳輸線導管內部容積計算的正確性。所以基本的理論可以初步計算出要達到某個低頻延伸所需的長度與容積，但是還有許多變數影響。

此外，傳輸線式音箱的開口，從喇叭端到最終開口，傳輸線的導管並不是平均一致的大小，而是從單體端開口最大，然後隨著傳輸線的彎曲轉折，逐漸變小。也因為內部傳輸線的結構複雜，使得此類音箱製作成本比起傳統密閉式或低音反射式音箱高出數倍。從導管開口、路徑、容積、阻尼，每一項變數都會影響最終的聲音表現，難怪傳輸線式的理論由來已久，但卻很少人製作出優秀的產品。

### 內部阻尼反覆實驗

既然有心人只要花時間就可以摸索出個道理，那PMC的秘密究竟在哪裡？原來內部阻尼更是有學問，Peter說多年來各家傳輸線導管各有千秋，基本上按照公式計算，加上反覆的實驗，都有機會設計出可用的音箱，但是內部阻尼加上以後，整個計算的變數就完全不一樣了。

阻尼物究竟要放多少才能和原本計算的容積相符？要用空隙較大的阻尼物還是密度較高的阻尼物，也會影響聲音的表現。這些箱體內部阻尼的搭配，就是

PMC的學問所在。「你仔細看，每一個轉折與寬度不同的傳輸線導管，其中所使用的阻尼物材質都不一樣。無論是厚度、密度，或是表面凹凸的程度，每一款喇叭都有嚴格的使用規範，而且每一款喇叭的阻尼物配置都不一樣。」Peter強調，看似簡單的吸音阻尼，每一處變化都有影響，PMC的研發就是不斷實驗、不斷試聽，千錘百鍊的結果。

### 結果決定方法

我問Peter為何一定要選擇傳輸線式來設計PMC喇叭？是技術上的挑戰，還是刻意標新立異？Peter表示，一位負責任的設計者，都會在心目中先設定所要追求的目標，然後依據目的找到適當的方法，而所有的設計理論都有其優缺點，到目前為止還沒有一套完美的設計理論，可以製作出完美的喇叭。Peter笑稱：「世界上如果有完美的設計理論，

製作出完美的喇叭，那就不會有這麼多音響廠牌存在了。」

既然所有的理論都同時存在著優點和缺點，Peter認為設計喇叭的過程中，每一位工程師都必須依據自己的目標作取捨，把心目中最重要項目做好，若干理論上的缺陷則必須忍耐，換句話說，喇叭的最終結果，經常是妥協下的產物，一切以設計者的目標為依歸，要採用哪些工法，要從目的決定。

### 最低失真第一考量

既然完美不可得，設計喇叭總需要做出取捨，接著我問道，如果要列出所有的設計目標排列優先順序，PMC最關心的重點為何？Peter想了一下：「我可以一下子列出許多重點，但是要排出優先順序，得要考慮一下。嗯，我想達到最低的失真會是我的第一考量，但所謂的『失真』，包含的項目很多，所以等於涵

蓋了幾項優先項目，包括寬闊的擴散角度。接下來我會把均衡的頻率響應列為第二位，而第三順位就更難界定了，譬如時間相位，其實也包含在第一個優先項目當中，又或者箱體剛性，同樣也和失真有關。」

在低失真的要求中，Peter說不僅音箱、單體都要配合，PMC特別注意喇叭的擴散性。「實際錄音室工作中，經常需要離開主控台……」

話題又回到傳輸線式音箱基本的設計變數，包括傳輸導管長度、開口、路徑、容積、阻尼等等，Peter說每一個細節都經過仔細的計算與反覆的實驗而得。前面說到理論值指示設計的參考，但是BB5的成功，最後還是仰賴CAD輔助設計，讓傳輸線式箱體達到更為精確的設計需求，解決了長度、開口、路徑與容積幾項交互影響的變數，達到基本的要求。Peter說，電腦輔助工具與設計理論都不是秘密，如果有人願意花時間研究，再參考PMC的作法，或許可以研究出自己的心得，但是在設計摸索的過程中，肯定非常費時，不如直接選用PMC喇叭。

### 實地體驗PMC的誕生過程

關於PMC傳輸線式喇叭的設計，我想大家看到這裡，已經有了初步的概念，接下來讓我們實地走訪PMC的工廠，從每一道流程瞭解PMC誕生的過程，從每一個細節當中，體驗PMC的英國工藝精神。



目前從事後製作 (post-production) 或母帶處理的錄音室，特別喜歡使用PMC喇叭。圖中是位於倫敦的Hospital錄音室，也是一家專門從事後製作的錄音室。看到錄音室的名字，一開始我還以為是「醫院」。