

慢工出細活的工藝哲學

PMC工廠巡禮

文 | 郭漢丞



● 英國最方便的交通工具，就是四通八達的火車與Underground地鐵。



●在轉車之際，我特別到King's Cross車站拍照，這是「哈利波特」趕上學穿牆而過的「9 3/4月台」。

PMC工廠位於魯頓（Luton），地理位置大約在英國中央，離海邊較遠，早年是生產汽車引擎的重鎮，但是隨著1970年代英國汽車工業的衰落，商業型態逐漸轉變為貨運中心，魯頓機場是英國第三大，連火車站都稱為「Luton Airport Parking Way」。除了長程的國際線之外，Luton機場與歐洲的運輸網路可說四通八達。從倫敦到魯頓，最方便的交通工具還是火車，車程大約40分鐘。

英國火車運輸發達

這次PMC的參訪行程，此間代理商瑩聲邀請了我和洋活錄音室的主事者王秉皇一同前來。洋活也是PMC的愛用者，包括最大型的BB5主動式系統、AML1、LB1與

DB1，都是王秉皇平常工作使用的監聽喇叭。一行三人從倫敦出發，從Underground地鐵轉搭火車，抵達Luton Airport Parking Way車站。

抵達Luton車站時，業務總監Miles Roberts已經開著雪鐵龍休旅車，在停車場等著我們了。Miles戴著全反光的酷炫墨鏡，見了面先問我們會不會覺得天氣太熱，原來五月初的英國才剛進入春天，通常不會有將近攝氏30度的高溫，但是我們造訪PMC時的天氣卻出奇的好。從魯頓火車站到PMC工廠，開車大約5分鐘，沿著鄉間小路左彎右拐，不一會就抵達PMC的工廠。

這次到英國採訪，並不只參觀PMC一家，還包括了Nottingham與Armor Group（QED所屬的集團），工廠所在地都遠離倫敦，但每一家公司和火車站的車程都不到十分鐘。由此看來，便捷發達的火車運輸和英國城鎮的發展息息相關，而Miles告訴我們，PMC選擇魯頓作為生產基地，是因為地利之便加上相對便宜的廠房。

採訪拍照完全不受限

PMC工廠的現址並不是創業時的地點，而是2002年才搬過來的。Miles說那時候PMC的業務擴展很快，既有廠房不敷所需，但他們一直想留在魯頓，剛好找到這個廠房，價格很漂亮，於是決定買下來。在前往工廠沿路上盡是綠意盎然的鄉村景色，看不出任何工業區的痕跡。甯說煙囪林立，看得到的煙囪只有家家戶戶的壁爐通風口。不過仔細想想，像PMC這類專業喇叭製造廠商，屬於低污染、高附加價值的生產者，也就不需要選擇集中式的工業區。

整個PMC工廠的參訪過程，由老闆Peter Thomas、行銷經理Keith Tonge與Miles Roberts全程陪同，在進入工廠之前，我禮貌性地詢問Peter，有沒有哪些地方屬於商業機密不能拍照？Peter大方的說隨我想拍哪裡都可以，有需要還可以請Keith幫忙取景。他說喇叭的設計並不是看過就能理解，其中有許多奧秘，都是經年累月的經驗，此外每一款喇叭的設計都是整體考量，而不是採用某一種昂貴的料件就可以發出好



● Keith表示，所有進廠的元件必須經過100%測試，在人工昂貴的英國，百分百測試的堅持更顯難能可貴，也難怪成本高居不下。

聲，所以我盡量拍照，PMC的技術不是看看就學得起來的。

進入PMC主要的生產廠房，大致區分為單體製作、箱體組裝、測試與包裝四個區域，生產線並不複雜。接下來我們從進料、單體、分音器製作、音箱與組裝到最後包裝，瞭解PMC喇叭誕生的過程。

元件測試品管

走進工廠的第一站，我們來到料件儲存中心，這裡存放各種電容、電感等被動元件。料件倉儲其實看來並不特別，就是貨架上擺放著各種紙箱，分門別類標示料號，不過Keith第一站就帶我們來這裡是有原因的。

他指著一旁用塑膠袋包裝起來的被動元件，這是採買進來的元件，還沒有經過測試，而一旁小工作檯上面擺著測試儀器，Keith說每一個元件都必須經過測試，記錄數值，分門別類擺放，而且強調PMC的被動元件都是百分之百測試。

百分之百測試分類，在人工成本昂貴的英國，這道工序所費不貲，但PMC卻堅持這項耗時而高成本的工序。Keith表示，所有元件逐一測試是PMC能在專業市場立足的重要的堅持。首先為了達到每一款喇叭都擁有相同的性能，零件誤差值必須維持在5%以內。大部分的元件供應廠都能提供標準化產品，但實際上工業製品的誤差值很大，PMC只好手工篩選，降低元件的差異性。

庫存提供長期保固

手工逐一測試元件的第二個理由，是為了長期的維修所需。Keith說喇叭上的零件數值，PMC都有詳細記錄，從產品序號就可以查詢詳細的生產料件批號。萬一喇叭使用許多年以後，像是電容可能自然老化，只要代理商提供序號，就可以查詢原始零件的測試數值，提供和出廠時最接近的元件更換。換句話說，無論你所使用的PMC喇叭是貴還是便宜，只要有維修的需求，此間代理商都可以從原廠訂購與出廠規格最接近的被動元件，不用擔心換了零件以後聲音會產生變化。

原來，PMC當年創業時就以BBC這些專業錄音室作為主要客群，要做錄音室的生意，不僅產品要好，耐操不易故障，還必須提供長期維修保固，而BBC出身的Peter，更瞭解生產過程中所有文件建檔的重要性，是提供專業服務的基本功，練不好，就進不了專業市場。從元件就測試建檔，只要客戶提供產品序號，就可以調出與出廠時誤差最小的替換零件，保障客戶對聲音長期且一致的要求。

單體製作：in-house生產PMC 75mm中音

單體製作區同時也是PMC的電子部門，包括分音器、擴大機模組的組裝都在這裡，採工作站的型式擺設，而不是生產線的設計，產量顯然不大。看到擔任組裝的人員，大多是有些年紀的「歐巴桑」，Peter說他們在PMC工作得時間都滿久

● 測試分類完成的零件箱，清楚標示元件的誤差容許度。只要提供產品序號，代理商就能為客戶更換與出廠時數值最接近的元件。

● MB2分音器的電路板，Keith說PMC所使用的電路板都特別加厚銅箔，是好聲的秘訣之一。



的，而單體的製程大部分都採用手工生產，所以組裝人員的經驗非常重要。

在我們抵達之前，細心的Keith已經在工作檯上把一只PMC 75mm中音單體分解開來，方便我們研究其中的奧妙。我想PMC招待各地媒體參訪的經驗應該很多，所以知道大家對於PMC最好奇的還是這只75mm的軟凸盆中音單體。其實，75mm軟凸盆中音單體並不是PMC原創，而是從ATC開始，並且成為ATC的重要象徵。PMC創業初期也是直接使用ATC的軟凸盆中音，但經過幾年之後，Peter決定自己生產PMC的自製單體。

自製才能控制品質

PMC為何要自己製作這只大尺寸的軟凸盆中音？Peter表示，採用別人製作的單體，經常必須忍受品質不穩定的問題，一般被動元件經過測試分類，可以讓誤差值降到最小，但單體如果配對差異太大，對生產品質的穩定性影響很大，所以當他們的銷售越來越穩定，有足夠的財力可以投資生產自家單體，Peter很快的就決定著手自行製作單體，而中頻段對於音樂表現有著舉足輕重的影響，更顯示出這款75mm軟凸盆中音對PMC的重要性，所以從這裡開始著手。Peter說ATC的中音單體其實性能很好，但是效率偏低，對喇叭設計者而言，在三音路喇叭系統中，要和高音與低音單體的效率達到均衡，ATC顯得難度較高，這些都促成Peter想要製作自己心目中理想的軟半球中音單體。

PMC這只75mm軟凸盆中音單體，外觀看起來和ATC幾乎一樣，但是Keith特別把單體拆開，就是要方便Peter解說PMC專屬軟半球中音的不同之處。基本上這只軟半球高音的振膜部分採用亞麻纖維（linen），是韌性高的長纖維，但光是這個亞麻長纖維半球還不能發聲。我們經常說某些喇叭使用絲質高音，其實光是絲並不能發聲，而是表面塗佈的振膜推動空氣，才能發聲，採用絲質材料目的是要讓振膜成形，塑造聲波擴散的半球面。PMC的75mm中音單體也是同樣的原理，將亞麻長纖維半球面內外塗佈薄膜，乾燥之後就成為發聲振

膜。

雖然軟半球中音的基本發聲原理和軟半球高音一模一樣，但是製作難度更高。和軟半球高音比較起來，軟半球中音單體的表面積大了許多，不像高音可以很容易均勻的塗佈薄膜，PMC中音上漆的工作全部仰賴手工，內層與外層以不同的塗料，慢慢均勻塗抹。Peter說這項工作一般人至少要學六個月，才能獨立工作，甚至有些人還學不會。為何PMC要採用軟半球中音？Peter說如何搭配單體仍是從設計取向來決定，軟半球中音的優勢，就是比錐盆中音擁有更大的擴散角度，更容易達到寬闊而自然的音場表現。



- 上/參觀工廠之前，Keith已經為我們將75mm中音單體拆解在一旁，方便Peter進行詳細解說。
- 中/75mm中音單體採用長纖亞麻振膜，並且在許多細節進行改良。
- 下/中音單體的表面塗佈工作全靠手工，反應均勻塗抹，至少需要六個月的訓練才能上手。





●OB1也使用軟凸盆中音單體，但是和最著名的75mm軟凸盆中音稍有不同，單體外部還以鐵殼包覆。

●75mm軟凸盆中音最後組裝的工序。



大音圈設計

單體拆開之後，我們可以發現音圈尺寸特別大，Keith說，甚至有些15吋低音單體的音圈也不過這麼大。大型的音圈以手工繞線，整個音圈由音圈筒和繞線組成，由於音圈負責快速的活塞運動，以推動振膜發聲，所以要具備低質量與高剛性，同時還要有良好的散熱特性。

PMC所採用的音圈筒材質是PTTE玻璃纖維材料，採手工繞線，特製的繞線機會先讓繞線經過特殊的黏劑槽，以均勻上膠，然後慢慢地「轉動」繞線，把線圈黏在音圈筒上面。不過光是黏膠無法讓音圈承受實際工作時的高熱，接下來要把繞好線圈的音圈送入「烤箱」，以攝氏200度的高溫烘烤40分鐘定型。經過烘烤的音圈，最後還要打上小洞以增加音圈的散熱功能。既然是專業用途的喇叭，PMC都能承受很高的功率輸入，當輸入功率提大，單體運動劇烈時，自然發熱也隨之增加，這些細部的散熱設計，目的就是要提高單體的功率承受力，同時減少因為音圈過熱而產生失真的機會。



●上/右/繞線中的音圈，全部採用手工製作，而且都是有經驗的「歐巴桑」處理。PMC的員工穩定性很高，幾乎每一位都有將近十年的資歷。大尺寸音圈代表單體具備高功率承受力。繞線完成的音圈，還要送進烤箱高溫烘烤40分鐘。



●上/經過烘烤完成的中音單體振膜。

此外，PMC軟凸盆中音單體的音圈的接線，經由兩側特殊設計的管路連接，而且音圈引線與單體正負極的連接，不採用焊接，而是使用Silicon膠固定，以降低音圈運動時產生的失真，也是和ATC不同的地方，Peter說這項改良可以降低振膜運動時，因為正負引線振動造成不良諧振。所以即使PMC的中音和ATC外觀很像，但骨子裡已經增加許多Peter多年研究的心得。

還有哪裡不同？Keith最後拿出一小塊泡綿，這是藏在振膜內部的秘密，PMC發現軟半球振膜中空的部分，會受到諧振影響產生細微的失真，造成鈴振，簡單講就是可能會發出刺耳尖銳的聲音，於是經過重複實驗，找到適當的泡綿塞在中間當作阻尼物。

重視效率提昇

講了這麼多好像有點複雜，究竟PMC的中音和ATC所生產的中音差別在哪裡？內部裝置泡綿與音圈固定的方式不同是關鍵，其他如振膜、強力驅動磁鐵總成大致類似，但為了增加頻寬，PMC還增加了銅環。言談之中，Peter並沒宣傳PMC自家的中音單體比ATC好聽，但強調PMC自家的這只75mm中音單體比ATC的整體效率高出許多，大約是95dB。

這款中音有多重？當場一問大家竟然都不知道，Keith猜10公斤，另一位同仁猜6公斤，可是大家都是用猜的。隔壁負責安裝MB2的同仁自告奮勇過去秤重量，結果答案是8.5公斤，



●BB5與MB2的「八爪魚」低音單體，其實不是做好看的，而是和音圈連接，達到良好的散熱，讓單體可以承受高功率輸入，再生產大音壓而不失真。

真不簡單，一個75mm的中音單體重量，竟然幾乎和尺寸大一倍的低音單體一樣重。

講了這麼久都在談PMC的中音單體，那低音單體和Nomex平面振膜單體呢？原來低音單體是從英國Volt的製品，尤其是BB5和MB2上面那「八爪魚」式的金屬框架，PMC工廠並沒有相關的生產機具。雖然是Volt的單體，但是提供PMC使用的型號都是特殊規格，外面買不到。

Peter特別解釋，MB2與BB5上面使用的「八爪魚」大尺寸低音單體，其實外面的金屬框架不僅是用來固定單體，也不是故意做得雄壯威武好看用的，實際上音圈和整個金屬框架連接在一起，最重要的功能就是協助音圈散熱。和中音單體的音圈打上小洞的道理一樣，整個低音單體的框架都能幫助



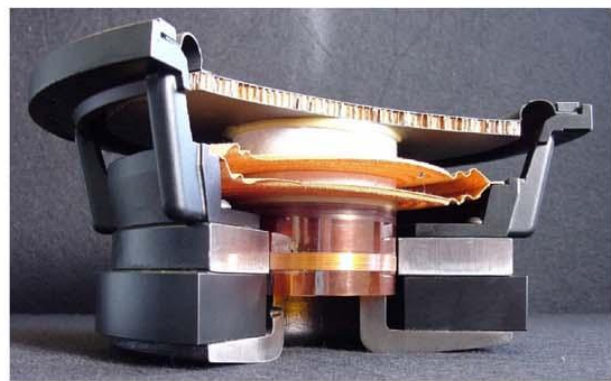
●PMC中音單體的秘密，還包括中央放置軟性泡綿，以吸收不良諧振。



●固定音圈極線的端子，設計特殊的孔洞，避免固定不良產生諧振，也是PMC中音單體的特色。



●壯碩的PMC 75mm中音單體。或許大家都習慣單體很「重」，所以問起75mm軟凸盆中音有多重，工作人員竟然不清楚，還得拿去秤秤看，原來重達8.5公斤。



●Nomex平面振膜單體的剖面圖。



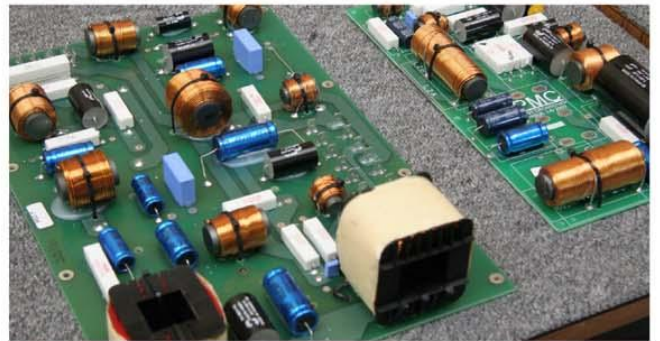
- 左/分音器的組裝，還是大量手工，這個工作站同時也負責主動式模組的組裝。
- 下/MB2與OB1的分音器。OB1雖然因為喇叭身材挑高，但分音器一樣複雜。Peter說，被動元件的擺放和安裝角度，對於聲音都有影響，所以OB1的分音器設計反而比較困難。

散熱，目的就是為了提高輸入耐壓與降低音圈過熱產生失真。至於Nomex單體，Peter說蜂巢式結構的Nomex材質具備高剛性與低質量的物理特性，以往應用在航太工業，是非常優秀的振膜材料，但是在應用時也有部分限制，他花了一些功夫才瞭解如何控制，目前PMC有兩款喇叭使用Nomex單體，分別是AML1與IB2。

分音器：偏好多階分音

PMC的電子部門還包括分音器的製作，在專業鑑聽喇叭的領域中，基本原則大多採用多階分音，以陡峭的滾降曲線，獲得準確的頻段銜接。所以IB1、IB2、MB2與BB5都採用最高階的24dB滾降（四階分音），而GB1、DB1+、TB2+、FB1+則採用12dB滾降（二階分音）。所以可想而知PMC喇叭的分音器，都需要許多被動元件。

接著Keith拿起GB1的分音器，他說PMC並不堅持每一個部分都採用最昂貴的產品，而是依據設計所需，選擇最適當的



元件。譬如影響聲音的關鍵部分使用Solen電容，但對於聲音影響不大的就使用平價的標準製品。Peter補充說，買喇叭就是買聲音，所以製作者必須要把成本花在和聲音最有關係的部分，各種元件的篩選使用也一樣，譬如零件數值的配對和兩個喇叭的一致性有關，所以即使手工逐一測試很昂貴，也不能省略這道工序，而分音器則從功能上來看，某些部分選擇昂貴電容對聲音影響很大，但是有些更換了也聽不出來差異，這些才會選擇平價的元件。

究竟被動元件的取舍原則為何？Peter說沒有別的方法，就是不斷試聽比較。作為PMC最主要的设计者，Peter的說法很實際，他說大家買喇叭就是為了買聲音，而不是和聲音無關的東西，如果大家覺得音樂重播的效果很好，就不需要問究竟是不是昂貴材料製作。Keith補充說，其實換了被動元件的變化明不明顯，熟悉的音樂一聽就知道，Peter經常拿著試做的版本找大家一起A/B試聽比對，好壞一聽就知道，該用昂貴的元件，PMC絕對不會吝嗇。

成本用在聲音上面

接著Peter拿起一塊分音器的電路板，指著電路板上面的銅箔說：「關於PMC所使用的電路板厚度，訂做時都特別加厚，除了在聲音表現比較好之外，在專業使用的場合中，所有PMC喇叭都必須承受『千瓦級』功率輸入，所以分音器的銅箔厚度更需要加厚。當然，除了功率承受的性能考量之外，我們也發現厚銅箔的聲音表現也比較好。」談到這裡，Peter再一次強調，喇叭設計必須從整體考量，而不是單一因素就能決定好壞，發燒友經常看到某一個元件較為廉價，就說這樣不會發出好聲音，這些都是以偏概全的思考邏輯。「喇叭組合在一起才會發出聲音，而只有電容根本不會發聲。」Peter說，「如果哪一個單一元件能夠讓聲音變得很好，我絕對毫不考慮使用，但是如果昂貴和便宜者沒有差異，我不會讓消費者多花錢買和聲音無關的設計。」

Keith接著補充，PMC的喇叭輸出端子都直接與分音器耦



● GB1在英國當地銷售特好，所以生產線上排滿了GB1的音箱。所有的音箱都是在英國當地找協力廠商製作，Miles表示，即使在英國，也只有非常少數的高級家具工廠，可以符合PMC的要求。而且近幾年他們的工作都忙不完，要不是和PMC有十多年的交情，早就不願意代工了。

合，他們發現喇叭端子與分音器之間的連接線越長，聲音表現就越差，所以最好的方法就是讓喇叭端子直接和分音器接在一起。但是雖然省去了分音器與喇叭輸出端子之間的連線，喇叭內部還是有必要的連接線，在PMC全部採用無氧銅線（OFC）。

不建議DIY 改裝

我問說有些音響迷認為銀線聲音表現比較好，喜歡自己動手更換喇叭內部配線，可以套用在PMC身上嗎？Peter說：「如果使用者主觀上想要這麼做，我也沒辦法控制，這是消費者的自由。但是PMC喇叭的設計是出於整體考量，而不僅針對單一元件大做文章。每一款喇叭的性能，包括效率、阻抗變化、音箱結構等等，都經過仔細的計算，所以把任何一部份更換所謂發燒元件，我保證聲音一定聽起來不一樣，但不

● 右/Miles特別把GB1的音箱立起來，說明PMC選用木皮時嚴格要求兩兩配對。

● 下/音箱內部和外部，都必須貼上相同材質的木紋，避免使用時間久了以後外表木皮裂開。





●上/正在安裝中的MB2。
●下/洋活錄音室的王秉皇先生也一起來PMC參訪，和Peter與Keith聊得十分愉快。

●下/將單體磁鐵加磁的機器。一般單體組裝時，鐵芯都還沒加磁。這是PMC的加磁機，設計兩個按鈕，操作時必須兩手同時按住兩個開關，是為了工作安全的設計。



●上/腳架灌沙以容器測量，跟一般廚房用具一樣，Keith不好意思地說：「看起來一點都不Hi-Tech，但是卻很有效率。」所以每一款喇叭腳架都有自己的「專屬灌沙測量杯」。腳架裡面灌的沙有何特別？沒有，就是一般乾燥沙，這樣喇叭腳架才不會氧化。

●右/DB1使用的放大模組，採用日本Flying Mole的數位擴大機，看來音響迷可以多注意這家日本廠商的產品。

●下/怎麼把單體給裝上MB2？問了現場工作人員，他才秀出特殊的輔助工具，還真有創意，把Bryston的把手加上鋼片，做出私房組裝工具。



●右/製作中的AML1。Peter說AML1是PMC有史以來設計最複雜的主動式喇叭，高音單體尺寸比照BB5，分頻點則設定在1.2kHz，為了提高擴散性，高音單體前面還裝上特殊的金屬框，中低音則採用Nomex平面振膜單體，其低頻延伸表現驚人，完全超越尺寸的限制，都靠傳輸線在有限體積內再生比例正確的低頻。



●左/趕工當中的Wafer。今年CES才亮相的Wafer，在美國市場相當受歡迎。



●AML1所使用的Nomex平面振膜單體。

保證聲音會更好，我甚至認為可能會更差，所以不建議消費者自行更動PMC喇叭的內部元件。」

在離開電子組裝部門之前，Keith特別提醒我們，每一個生產流程之間，都會經過仔細的測試，從進料先測試分類，單體完成後個別測試、分音器完成後也個別測試，簡單講，PMC在每一個生產工序之間都不斷測試。業務總監Miles這時也加入會談，他說重複不斷的在每一個生產過程中測試，目的就是確保每一個出廠的PMC喇叭都沒有瑕疵，尤其PMC喇叭的出口業務比重越來越高，外銷最怕產品的不良率偏高，當他們逐步建立自家組裝的規模，越來越多元件在PMC工廠內in-house製作，就更能夠重重把關，就算出口之後發現問題，也能追溯到生產的每一個流程，發現不良品發生的原因。Peter補充說，事實上PMC的產品送到顧客手上幾乎沒有故障品，偶爾發生的小問題，幾乎都是運送過程碰傷音箱，

而長途運輸就不是PMC能夠完全掌握的過程。

音箱：委託英國高級家具協力廠製作

所有PMC喇叭都使用MDF板製作，但是Keith說PMC使用的MDF都是向Meditate訂購，密度分佈非常平均，所以即使價格比一般MDF高，PMC從來沒有想過使用更低廉的普通MDF板。接著Keith指著GB1的音箱內部，他說連裡面都貼上對稱的木皮，讓Meditate MDF板內外的材質都平均，才能確保喇叭經久不壞。「如果裡面不貼上相同的木皮，喇叭經過幾年之後可能會裂開。」Keith解釋。你可以想像PMC的音箱材質是三層結構，內外兩層都是對稱的木紋，而中央夾住MDF，如此才能耐久使用。在台灣因為氣候潮濕，有些進口喇叭水土不服，用了幾年以後木皮會剝離不平整，關鍵就是沒注意到內外都要貼上一樣的木皮。



● 測試區前面擺放著最大的BB5/XBD主動式喇叭，主動PMC的標準擴大機搭配是Bryston。測試軟體使用音響界常用的Liberty Analysis。

從工廠的廣角照片中，眼尖的讀者應該已經注意到了，PMC廠房內並沒有製作喇叭音箱的木工機具，推想應該是委外生產。沒錯，PMC的音箱都是委託英國本地的高級家具製造廠代工，但Keith表示即使在英國，合乎PMC要求的協力廠商還是很少，這麼多年來他們只找到一兩家工廠能夠符合標準，而且請家具廠商製作難度很高的傳輸線式音箱，成本也非常高。Keith說：「不要看GB1的喇叭音箱造型典雅傳統，製作好像很簡單，但仔細注意喇叭周圍的弧線，原木花紋必須平整自然的延伸，都得靠協力廠商的真功夫。有些木皮加工不良，遇到折角彎曲的製作不平整時，可能就直接拿砂紙磨平，木紋就不會自然延續，缺乏高級家具般的質地，但在PMC的標準裡，這些都是不合格的製作工法。」

接著業務總監Miles把一對GB1音箱立起來，方便我們觀察木紋。他說每一對PMC喇叭所使用的木紋，都必須左右兩兩對稱，「雖然在專業市場上，喇叭的外觀並不重要，但在家用音響的市場上，我們學到外觀也是重要的一環。」Miles說道。「此外，台灣市場對於淺色櫻桃木紋似乎比較不感興趣，但是在英國和歐洲市場上，卻是櫻桃木紋比較受到歡迎。請注意在測試區有一對GB1，顏色顯得比較深，那是兩年前的原型，用來做測試參考的標準，前面製作中的全新木箱，顏色來得比較淺，櫻桃色木紋在歐洲比較受歡迎的地方就在這裡，經過幾年的時間，喇叭木箱的顏色會逐漸變深，就和高級木工家具一般，隨著時間越久，木頭的光澤就越顯得自然漂亮。」

言下之意，從專業市場起家的PMC，經過多年在家用喇叭市場的磨練，也越來越瞭解消費者的心，專業的骨架中，包裹著美麗的因素。但是從我和Peter的訪談中，想把喇叭做得漂亮可能不是他的想法，而是市場趨勢，對Peter而言，PMC喇叭是用來聽音樂的，而不是拿來擺好看的，他寧可把更多成本花費在和聲音有關的細節，但是像Miles或Keith這些站在銷售第一線的人，就會關注家用市場的趨勢，催促Peter想辦法把喇叭做得漂亮些。在PMC，聲音的關鍵還是Peter，但要讓喇叭做得漂亮，則都是業務和行銷的要求。

組裝：慢工出細活

從單體、分音器、音箱等各部元件看過，最後就是把各部分組裝起來的工作。組裝的部門看起來並不複雜，其實都是手工，依照順序把各部元件組合起來。奧妙在哪裡？音箱內部阻尼物的黏貼！和吸音棉一樣，都是經過反覆聆聽試驗，決定阻尼物的使用量。

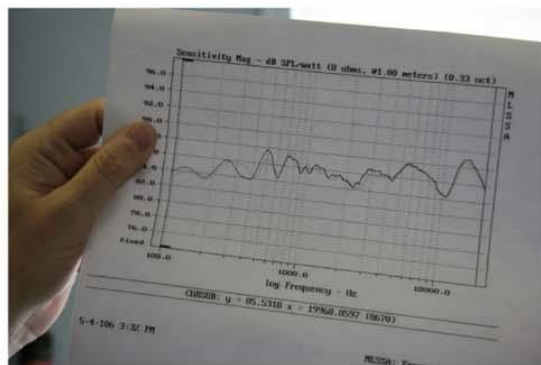
在組裝的過程，主動式喇叭比起被動式喇叭複雜些，增加了放大模組的安裝工序。PMC的主動放大模組傳統上使用Bryston，譬如BB5就使用Bryston電子分音器與4B SST後級，面板上面多了PMC的字樣，以便和Bryston標準製品區隔。Peter表示，PMC是專業的喇叭製造廠，但無意製作擴大機，所以一開始的時候，PMC採用Quad授權的後級模組，直到他接觸了Bryston，才全面更換，十多年沒有改變，差別只在Bryston改款時，PMC也要跟著改款。而像DB1這類小型的主



●測試區擺滿了各種型號的PMC喇叭，可不是擺好看的。Peter表示，這些各個型號是第一批製作的「參考喇叭」，測試音過關之後，還會比對與第一批產品的差異，確保PMC喇叭擁有一貫的聲音特質。



●測試區後方還有一間獨立的實驗室，同樣負責喇叭測試。圖中正在測試AML1。



●AML1左右聲道的測試數據，疊在一起透光觀察，竟然幾乎一模一樣！

動式喇叭，則採用日本Flying Mole數位擴大機，取其高輸出功率與低發熱的特性，連PMC都愛用，顯然大家可以多注意Flying Mole的擴大機製品。

測試與品管

測試時採用儀器與聆聽並重，包括以Liberty專業測試軟體跑數據，儀器會直接顯示喇叭是否合格。通過儀器測試之後，品管人員接著使用Peter從BBC找來的「測試音」試聽，因為Peter多年在BBC工作，而且協助他們設計監聽喇叭，所以PMC可以直接取得這些BBC專用的測試音。

測試音的內容大部分是連續性的訊號，從20Hz~20kHz連續延伸，在很短的時間當中讓測試人員瞭解喇叭是否合格，只有少數動態很大的音樂片段。單純聆聽測試音就要知道喇叭是否合格，必須經過長時間訓練，Peter說：「人員的訓練非常重要，從儀器判斷可以直接看圖表就好，但是聆聽測試音則必須經過三到六個月時間訓練，累積足夠的經驗，才能在品管流程上簽字負責。」

包裝出貨

通過測試後的PMC喇叭成品，最後流程就是包裝出貨。幾乎所有歐洲原廠都很重視「綠色精神」，PMC也不例外，包裝材料70%使用再生材料，30%使用原生態材料。行銷經理Kerith Tonge說：「喇叭包裝外箱不能使用再生材質，否則運送過程很容易凹陷，損傷喇叭，但是PMC盡可能採用回收再生。」