

TANNOY®

原廠採訪

古典的外表 尖端科技的靈魂

文 | 劉漢盛

Tannoy到今年為止，已經邁入第88年，雖然主其事者早已不是創始者，但這個品牌卻紮紮實實存在了88年，而且還越來越興旺，不斷有新產品、新技術推出。到底它是怎麼做到的？在專業領域方面，它靠的是紮實耐用的PA喇叭，而在家用方面，從1947年推出以來直到今天還在精進優化的Dual Concentric單體絕對是功臣。

- 🎵 01. 歷經八十八年，依然走在時代尖端
- 🎵 02. Dual Concentric，永遠走在時代尖端的同軸單體
- 🎵 03. 超低溫處理、DMT、五喇叭端子與超高音單體
- 🎵 04. Tannoy工廠巡禮





TANNOY

原廠採訪

古典的外表

尖端科技的靈魂



01 /

歷經八十八年，依然走在時代尖端

文 | 劉漢盛

Tannoy到今年為止，已經邁入第88年，雖然主其事者早已不是創始者（除非他是神），但這個品牌卻紮紮實實存在了88年，而且還越來越興旺，不斷有新產品、新技術推出。到底它是怎麼做到的？在專業領域方面，它靠的是紮實耐用的PA喇叭，而在家用方面，從1947年推出以來直到今天還在精進優化的Dual Concentric單體絕對是功臣。

最尖端的技術與喇叭單體

有關PA方面非「音響論壇」領域，在此略過不談。而在家用方面，由於Dual Concentric單體實在太出名了，以致於許多音響迷一直以為Tannoy只有以這種單體做成的喇叭，也因此一直把Tannoy的喇叭想像成古董喇叭。殊不知，Dual Concentric單體只是專用在他家頂級Kingdom Royal喇叭，以及Prestige系列上。除了這些，其他

還有Definition、Precision、Revolution、Mercury等系列。而且，除了Prestige系列還是採用古典箱體做法之外，其他系列都是瘦高造型，模樣跟其他廠牌沒有不同。

事實上，Prestige系列雖然箱體採用古典造型，容積大，但它一點也不古董，內部採用的技術都是最新的，包括分音器經過超低溫處理等。說真的，除了Tannoy，我還未見過哪家喇叭廠的分音器是整個經過超低溫處理的。Prestige系列只是外觀保持英國典雅的造型而已，其實它完全走在時代尖端，從1947年以來一直如此。

Tannoy這家公司到底是怎麼建立的呢？以下是一段無心栽柳柳成蔭的故事。在第一次世界大戰期間，無線電需要高電壓與低電壓的電源供應器，而在戰場上沒有市電，只能用電池供電，當時唯一能夠提供電力的就是大而笨重的鉛酸電池。

戰後，無線電慢慢進入民家，在1926年，

Guy R. Fountain設計出一款體積小效能高的固態整流器，用來解決家庭使用的電池充電問題。他的整流器裡面包含二種重要的特性相異金屬，那就是鉭（Tantalum）與鉛合金（Alloy Of Lead）。由於這個整流器廣受歡迎，所以Fountain就把公司命名為Tan'n'oy（Tantalum and Alloy）。不過，在1926年創立公司時的名稱是Tulsemere Manufacturing Company。Tannoy是在1932年才改名的。

1947年一鳴驚人

生產整流器成功之後，以直流電來磁化音圈、推動振膜前後活塞運動的動圈喇叭成了Tannoy第二個成功產品。Tannoy在1933年推出第一對二音路喇叭，這對喇叭可以承受大功率，於是這個產品被運用在公眾場所，成為PA（Public Address）廣播工具。此外Tannoy也開始發展麥克風，因為麥克風的原理跟動圈喇叭是類似的，都是以振膜的振動來拾取或再生聲波。這二樣產品在二次大戰時被軍方廣泛用在戰場上，例如坦克車長使用的麥克風就是Tannoy製造的。

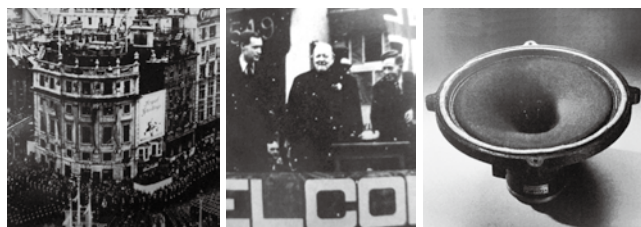
1940年代，戰後嬰兒潮時代來臨，唱片工業開始興起，無論是錄音室、現場音樂會或家用音響都需要大量的喇叭跟麥克風，Tannoy的業務趕上潮流需求大幅成長。此時，Tannoy的總工程師Ronnie H. Rackham發現二個單體分裝在不同位置的設計無論怎麼優化，都無法達到真正理想的聲波擴散一致性，於是潛心研發同軸單體，終於在1947年推出名震天下的Dual Concentric單體，把Tannoy帶到無可匹敵的高峰，一直到今天Dual Concentric單體還是走在時代尖端的產品。Dual Concentric事實上就是一個同軸單體，這種單體不是Tannoy的專利，許多廠家如KEF、Altec、JBL、Diatone、TAD等都有生產，但「Dual Concentric」這個名詞是Tannoy的註冊登記專屬名詞，旁人不得使用。

專業喇叭領域聲名卓著

Tannoy的創始人Guy R. Fountain在1974年退休，把公司賣給Harman Kardon集團。而Tannoy也在1976年從倫敦搬遷到蘇格蘭Coatbridge（格拉斯哥附近）的現址。經過多年發

展，Tannoy的喇叭產品不僅只是在家用領域裡聞名，事實上他們的專業PA喇叭系統一直沒有停止發展過，除了在英國各火車站、體育館、音樂廳、會議中心、機場、旅館等公眾場所可以看到Tannoy的喇叭產品之外，英國之外也有很多地方可以看到Tannoy喇叭。如香港會議中心、雪梨歌劇院、倫敦Palladium旅館，拉斯維加斯Bellagio旅館、Hard Rock旅館，杜拜Buri Khalifa、Atlantis Hotel、阿布達比Yas Marina旅館、F1賽車等等太多無法盡述。除了PA喇叭系統之外，Tannoy也有錄音室專用Professional系列，那也不在「音響論壇」範圍之內。

1986年，Tannoy跟Goodmans合併（包括Mordaunt-Short），組成TGI集團。又在2002年成為丹麥TC Group成員之一迄今。這個集團包括TC Electronic、TC Helicon、TC Applied Technologies、Lab. Gruppen、Lake、White Acoustics、Dynaudio Professional以及Tannoy，涵蓋各領域的電子、家用喇叭、PA系統、音樂會音響等等。





TANNOY

原廠採訪

古典的外表
尖端科技的靈魂



01



02



03

- 01/ 這是從工廠大門處往內看，廠區還真不小。
- 02/ 這是Tannoy工廠外觀，我們去採訪時，正在整修，這是新的工廠辦公室外觀。
- 03/ 推門進來新的辦公室，還在做最後裝潢，很快就要完工了。這麼漂亮的工廠辦公室，還真不多見呢！
- 04/ 哇！這間辦公室還真大，顯然Tannoy的辦公人員不少。



04



02 /

Dual Concentric

永遠走在時代尖端的同軸單體

文 | 劉漢盛

Tannoy的Dual Concentric單體第一次發表是在1947年，到2014年已歷經67寒暑，經過這麼長時間的考驗，證明這個單體是一個超越時代的產品。它從1947年發表那天，就是一個「當代」最傑出的喇叭單體，幾乎無法超越。沒想到過了67年，Dual Concentric仍然可以稱為「當代」最傑出的單體，環顧目前市面上所看到的單體，仍然沒有能夠超越者。在此，我要向當年設計發展Dual Concentric單體的工程師們致敬，雖然你們已經在天上了，但是你們遺留在人間的產品卻仍然被內行的音響迷所熱愛，而且一點都沒有落伍。

巧妙的同軸設計

Dual Concentric單體是當年Tannoy總工程師Ronnie H. Rackham所領導的團隊研發的，當年流行全音域單體，但是身為喇叭工程師，他深知一個單體絕對無法涵蓋人耳所聽頻域，至少必須讓二個單體分工合作才行。然而，他也知道如果把完整的頻譜分給二個單體負責，即使這二個單體安裝的位置只有差1吋的微距，也會減損音樂再生的精準性。因為聲波如果從二個不同位置的發聲體中心點輻射出來，這二組聲波一定會產生相互的干擾。唯有真正的點音源輻射，也就是讓二個發聲單體的中心點共用，從同一點輻射

出聲波，這樣才能獲得真正的點音源好處。除此之外，Rackham也發現，如果在低音單體之前放置一個號角，或Acoustical Len之類的東西，同樣也會導致聲波異常。

在這些大前提下，他終於想出一種可以完全解決上述問題的方法，那就是Coaxial同軸作法。他把負責再生較高頻域的單體放在低音單體的軸心內，將較低頻域的低音單體錐盆形狀當作高音單體導波器（Wave Guide），如此一來既解決了二個單體發聲點不同所產生的相位失真，同時也解決二個發聲點所產生的聲波繞射與相互遮蔽的問題。

Monitor Black時代

1947年，第一個推出的Dual Concentric單體是Monitor Black，選在1947年倫敦Radio Show時推出。當年這第一個產品就已經採用15吋低音單體，以及壓縮式高音單體，從此這項設計原則一直未變，除了低音單體直徑大小不同之外。Monitor Black的分頻點設在1kHz，事實上這樣的分頻點很難界定何者為高音單體或低音單體，因為那個壓縮式單體承擔了1kHz以上的頻域，勉強可以說是「高音」單體，但那個低音單體呢？它所負責的頻域從1kHz以下，1kHz能說是低頻嗎？不過，為了稱呼方便，我們只能把Dual Concentric這二個單體稱為高音單體與低音單體。當年這個Monitor Black靈敏度92dB（1m/1w），平均阻抗15歐姆，大約可以承受20瓦輸入功率，很快就成為BBC、各錄音室或家用喇叭的參考。

從一開始，Dual Concentric單體就使用鋁鎳鈷（Alnico）磁鐵，低音單體的磁力強度為12,000 Gauss，高音單體磁力強度為18,000 Gauss（10,000 Gauss等於1 Tesla），可說是當時喇叭單體的創舉之一。

Monitor Silver時代

1953年，Tannoy推出Monitor Silver，這是Monitor Black的改良型，原本的分音器是黏附

在喇叭單體背面，以一個罩子罩住，跟喇叭連為一體。Monitor Silver則把分音器獨立另裝一個鋁箱子，避免分音器受喇叭磁場所干擾。此外，承受功率提升到25瓦，最低共振頻率下拉至40Hz（也就是單體能夠再生的最低頻率）。當年第一個用來搭配Monitor Silver的箱體就是號角設計的Autograph。1955年，Tannoy特別設計放在角落的GRF（Guy R. Fountain）箱體，也是採用Monitor Silver單體。而在1957年，Tannoy推出12吋Monitor Silver，使得裝箱的箱體可以小些。

Monitor Red時代

1958年，Monitor Red推出，這是因應立體聲時代來臨的新型號，不僅承受功率提高到50瓦（15吋），而且靈敏度也提高至94dB。到了1961年，除了15吋與12吋Monitor Red之外，另外推出了10吋型號。因為Dual Concentric的聲波擴散無論是水平或垂直都是對稱的，而且能夠穩定的維持在整個頻域，這樣的特性讓左右立體定位的效果特別明顯，使得Tannoy的Dual Concentric喇叭越來越受歡迎。

這個10吋單體跟15吋、12吋單體的音圈是不同的。15吋與12吋單體採用2吋音圈，但10吋單體卻採用2.5吋音圈，而且本身的阻抗竟然只有2.8歐姆，必須另外加一個阻抗匹配器，把阻抗提升



01/ 這是什麼東西？這就是Tannoy最貴的高音單體，那個大大的鐵塊上面還吸著一根鐵，那就是Alnico磁鐵。放在磁鐵裡面、露出金黃孔狀的東西就是壓縮式高音單體的底部。右為1947年Dual Concentric的原型。



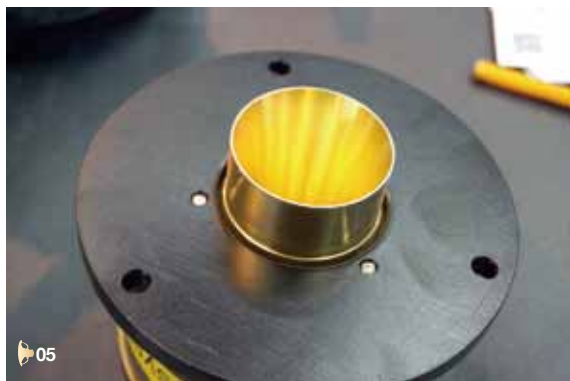
02



03



04



05

- 02 / 這就是 Dual Concentric 同軸單體的高音振膜，特殊的是振膜懸邊採用 Mylar 材質，而且開孔。
- 03 / 再拍個近景，讓大家看看這個 Alnico 高音單體。
- 04 / 您沒看過高音單體是這樣做的吧？這是 Tannoy 的看家本領，靠它縱橫音響界幾十年，日本人最識貨。
- 05 / 這是壓縮式高音單體的另一頭，也就是號角的出口。

到15歐姆。或許各位會奇怪，怎麼以前的喇叭阻抗不是8歐姆或4歐姆呢？現在很少看到15歐姆喇叭了啊？不要忘了，當年都是真空管擴大機，而真空管擴大機的變壓器輸出負載阻抗大多是15歐姆或16歐姆。現在我們習慣晶體擴大機的8歐姆負載阻抗，反而覺得當年的16歐姆或15歐姆奇怪了。其實，喇叭負載阻抗高有一個好處，那就是阻尼因數會更高。阻尼因數高代表著擴大機對喇叭的控制力會更好。

1967年，Tannoy推出Monitor Gold。當年的時空背景是搖滾樂興起，錄音室與音響迷都需要能夠適應這種富強烈衝擊性的音樂，於是Monitor Gold的承受功率提升到60瓦，更大的改良式低音紙盆振膜（增加紙盆重量，不是減少），使得低頻表現更為精確，解析力更高，暫態反應更好。當年EMI唱片公司的錄音室（包括倫敦Abbey Road錄音室）與大部分Decca唱片公司的錄音室都採用Monitor Gold做為鑑聽喇叭。

有意思的是，Monitor Gold的靈敏度又降回92dB，但是平均阻抗改成8歐

姆。為何會有這種改變呢？一切都是因應晶體機時代，晶體擴大機的輸出功率遠大於當年的真空管機，而且已經去掉輸出變壓器，為了因應擴大機的改變，Monitor Gold降低靈敏度，同時把阻抗降低到適應晶體機的8歐姆。

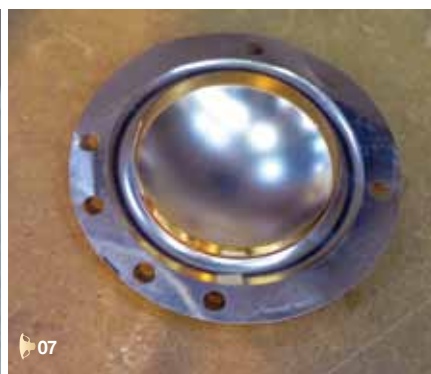
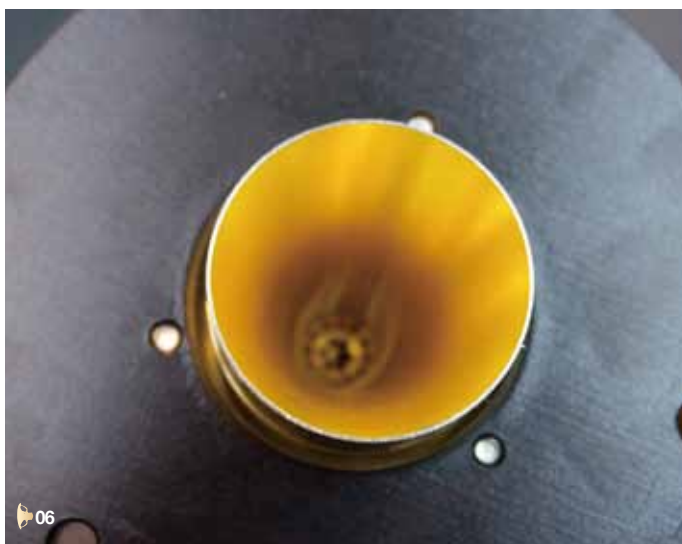
Monitor HPD時代

1974年推出Monitor HPD。從1960年代到1970年代，晶體擴大機越來越流行，擴大機的功率越來越大，錄音室與音響迷都需要新一代的Dual Concentric，於是Monitor HPD（High Performance Dual）系列在1974年推出。這型單體改良音圈的做法與材料，讓音圈能夠承受更高的溫度，從而提高承受功率。Monitor HPD平均阻抗8歐姆，並且改良分音器，使得高音單體的輸出與滾降角度控制在5kHz以上。當然，Monitor HPD單體一出，各家錄音室與音響迷又紛紛更換喇叭了。

在此提醒大家，音響迷特別喜歡的Decca、EMI在1950至1970年代之間，錄音室很多使用Tannoy的Dual

Concentric單體裝箱當鑑聽喇叭，不過，Dual Concentric一直到1979年才「正式」做廣告發表所謂Professional Monitor系列。換句話說，音響迷今天以百萬級喇叭在聽的那些發燒片有很多是用Tannoy Dual Concentric喇叭錄音的，如果今天您批評Prestige系列的喇叭是老古董，跟不上時代，不知道您所聽的那些發燒錄音是否也跟不上時代？事實上，Tannoy的Dual Concentric單體從以前到現在一直都是當代最傑出的單體，今天最新的Dual Concentric單體雖然在設計理論上跟當年一樣，但優化的程度已經讓Dual Concentric單體的性能遠遠超過當年。

對了，Monitor HPD時代，Tannoy第一次替這個單體推出搭配的「大眾化」箱體，稱為Arden（15吋）、Berkeley（15吋）、Cheviot（12吋）、Devon（12吋）、Eaton（10吋）。當年這ABCDE五種型號在全世界獲得很大的成功，尤其在日本從1975至1980年代更是賣翻了，從此奠定Tannoy在亞洲的地位。台灣老音響迷很多都買過當年功學



06 / 看到裡面了嗎？高音的氣流就是從那些孔洞噴出來的，所以稱為壓縮式單體。

07 / 壓縮式高音單體的鋁合金振膜，拿在手上輕若無物，這是有音圈這面。

社進口的這些型號，現在這些都成了寶貝，可不要輕易賣掉。

停用鋁鎳鈷磁鐵

在1977年底，由於鈷礦供應不穩定，加上一般中產家庭興起，他們想買的喇叭是體積比較小者，使得Tannoy不得不決定停止使用原本用了多年的Alnico磁鐵。其實真正原因是鋁鎳鈷磁鐵越來越貴，就算磁鐵體積再大，裝在喇叭箱體也是不礙事啊？影響箱體大小的是喇叭單體的直徑，並非磁鐵不是嗎？

從1978年起，Tannoy改用所謂效率更高的Anisotropic Barium Ferrite magnets（異性鋇鐵磁鐵）。當年第一個使用這種磁鐵的型號是白金漢（Buckingham）與溫莎（Windsor）的中音單體。老音響迷應該還記得，白金漢有三個單體，溫莎有二個單體，這二型的中音單體率先改用鋇鐵磁鐵。

除了磁鐵改為鋇鐵磁鐵之外，從1978年開始，Tannoy推出Auxiliary Bass Radiator design（ABR）設計，其實這就是以假喇叭取代低音反射孔的設計。由於箱體變小了，想要讓Dual Concentric達到大喇叭箱體表現，勢必要做低音補償，於是推出搭載一個假喇叭ABR的系列，您在正面會看到二個同樣尺寸的單體，一個是Dual Concentric單體，另一個則是沒有音圈，只有振膜的ABR。當年推出了Mayfair、Dorset、Chester以及Ascot，用以取代之前的Arden-Eaton系列。

Prestige時代

1982年，Tannoy推出Prestige Series，最早推出的是Edinburgh，採用的是10吋與12吋Dual Concentric單體。另外還推出GRF Memory，採用15吋Dual Concentric單體。當然，Prestige也推出旗艦Westminster，當年喇叭箱體越做越小，喇叭靈敏度也越來越低。但Tannoy卻反其道而行，推出這個大箱體喇叭，沒想到卻大受歡迎，從此Westminster喇叭成為Tannoy的不朽傳奇。GRF Memory則是當年要把工廠從倫敦遷往蘇格蘭現址時，在創辦人Guy R. Fountain辦公室所發現的設計草圖，那是Fountain畫的，為了紀念他，所以才有了GRF Memory這個型號。由於Westminster與GRF在遠東大受歡迎，Tannoy於1983年順勢再推出體積更小、採用10吋單體的Stirling。

1986年，Tannoy第一次推出8吋Dual Concentric單體，用在Greenwich型號上。這個8吋單體也是第一個把高音磁鐵與低音磁鐵分開的Dual Concentric設計，在此之前的Dual Concentric單體都是同一個磁鐵。

1986年對Tannoy而言也是個重要的日子，那年總工程師Ronnie H. Rackham（歿於1990年）退休，為了紀念他對Tannoy的貢獻，當年推出RHR型號。RHR只限量生產111對。這對喇叭台灣應該也有，持有者應該好好珍惜，不要隨便賣掉了。

鋁鎳鈷磁鐵又回來了

1987年，Tannoy推出Westminster Royal，更進

一步提升整體表現能力。最大的改良在於把原本的鐵粉磁鐵改回高級的鋁鎳鈷（Alnico, Alcomax 3）磁鐵，並且把高音單體的號角加長，使得高音與低音的平衡性更佳。另外，分音器也改良了，Westminster捨棄原本的印刷線路板分音器（其實從1985年就開始改了），而改以點對點直焊。還有，用來調整高頻量感與滾降點的開關也改為新式的耐大電流型，同時提供Bi Wire喇叭線接法。各位想想，早在1987年Tannoy就已經採用這種現在被稱為最高級的分音器做法，可見他家工程師並不是閒閒沒事幹，而是不斷在想辦法突破現狀，改良產品性能。

HE時代

1999年，Westminster Royal推出新型號，稱為HE（Hard Edge），這是從1987年以來第一次大改良。從名稱看，就知道這是改良低音單體的懸邊。懸邊經過Hard Edge處理之後，可以降低能量的儲存，減少延遲，使得低頻的速度

反應更快、中頻的細節更豐富。此外分音器元件的品質也越用越好，還第一次開始使用第五個喇叭線接端，也就是在原本的Bi Wire（四個端子）之外加上一個地線端子。這個地線端子與擴大機接地連接，可以去除空氣中的射頻干擾（RFI）。

2006年，Prestige SE（Special Edition）推出。SE系列主要的改良在於HE單體以及分音器元件。剛好這時中國市場興起，亞洲經濟表現強勁，使得Prestige SE銷售量創新紀錄，成為Tannoy海外市場最暢銷的系列。

Prestige GR時代

2013年Tannoy推出Prestige GR（Gold Reference）系列。新系列徹底改良了Monitor Gold Dual Concentric單體，包括採用新的紙盆振膜（多種纖維混合），達到更好的阻尼特性。高音單體振膜改用新的鋁合金，高音懸邊則改用Mylar材質。框架也改為更強固的鋁鑄框架。分音器電容改用ClarityCap

MR，電阻用Vishay厚膜無感電阻，電感則以低損、不會飽和的鐵心來繞製。整個分音器經過超低溫處理，去除晶體結構中因為銲接而產生的應力。最後，喇叭線端子改用WBT Nextgen。

經過上述各種改良，Westminster Royal GR的靈敏度提升到99dB，承受功率達到600瓦（峰值），這跟1947年第一代時靈敏度只有92dB、只能承受20瓦功率真是天差地別啊！

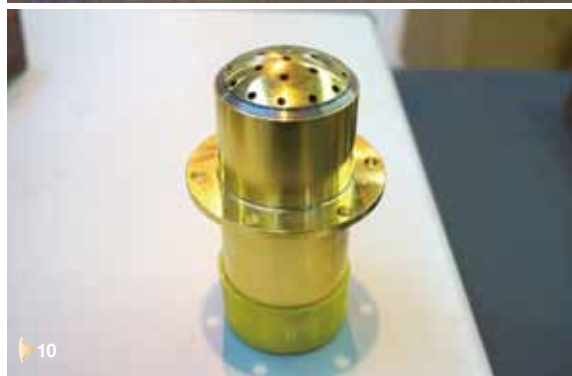
雖然同樣是Dual Concentric單體，但是從1947年到現在，這個單體的特性不知提升了多少倍，讓它在每個世代都走在前端。許多人因為Tannoy古色古香的箱體外觀，而誤以為它是古董喇叭，「古代」的聲音，真是錯得離譜啊！當我在工廠內第一次用手拿到15吋振膜時，心裡嚇了一跳。為什麼？因為那麼大的紙盆振膜，重量卻輕得無法置信，難怪我在聽Canterbury GR時，覺得它的暫態反應非常快，低頻段乾淨清爽，控制力佳，而且各頻段的解析力都很高，原來振膜重量是那麼輕。



08



09

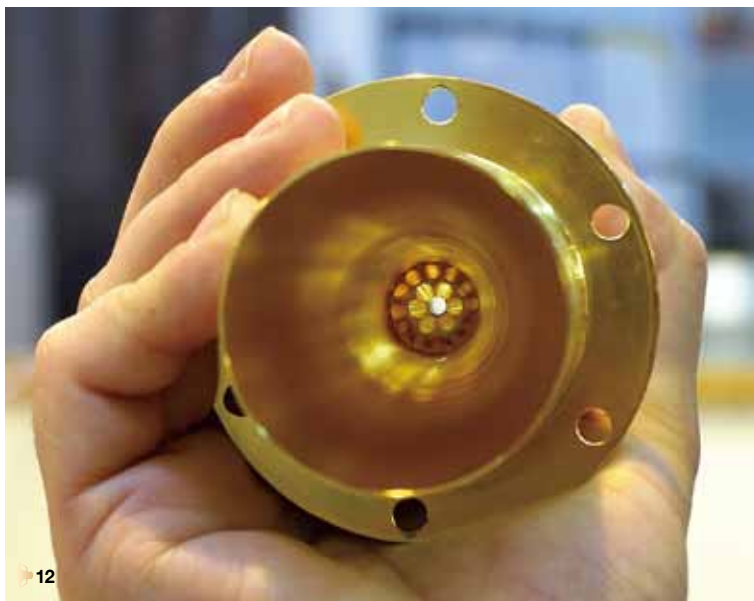


10



11

- 08 / 這是沒音圈那面的壓縮式高音單體振膜。
- 09 / 音圈就繞在這麼輕、薄的音圈筒上。
- 10 / 還沒裝入Alnico磁鐵內的壓縮式高音，那個金黃色容器就是讓高音氣流噴出來的號角。
- 11 / 拿在手上的壓縮式高音單體，從手掌的比例就知道它的體積有多大。



- 12/ 從這個角度往裡面看，造型真漂亮。事實上那如花瓣般的圓孔不是為了美觀，而是為了聲音表現。
- 13/ 再看一眼高音振膜與音圈。
- 14/ Prestige GR系列低音單體的彈波。可不要小看彈波，它必須能夠保持垂直往復運動，而且制振能力要夠強。
- 15/ 這是Prestige GR低音單體的振膜，這個振膜拿在手上也是輕若無物，讓我很吃驚，難怪它能夠再生那麼寬的頻寬，而且暫態反應快速。這個紙盆振膜是Tannoy委請德國Dr. Kurt Muller英國廠製造的，就在愛丁堡附近。
- 16/ 送到工廠的振膜並非照單全收，還是要經過肉眼檢查，如果有問題就要退貨，寫著Reject者就是有瑕疵要退貨。
- 17/ 這是什麼？這是低音單體的背面，也是Tannoy的最大機密，大家一定都是第一次看到。原來15吋紙盆背面是有補強措施的，那些白白放射狀的補強措施是在Tannoy工廠內做的。

對Dual Concentric的誤解

一般人看到15吋單體，一定會認為振膜質量很重，所以低頻想當然爾是多的，虛胖的，混濁的，解析力差勁的。沒想到Dual Concentric單體卻剛好相反，由於質量輕，加上背面有Tannoy特殊的補強裝置，使得這個同軸單體一直都是反應靈敏。許多人在家裡聽Prestige系列喇叭，如果覺得低頻太多，聲音笨笨的，這只有二種可能：一是擴大機搭配太離譜。二是把喇叭貼牆擺或塞在牆角，使得增強數倍的低頻量感與空間低頻駐波混合，產生了比正常還多數倍的低頻量感，如此一來聲音會好聽才怪！

Dual Concentric單體結合號角高音與紙盆低音的優點，不僅高頻段輕鬆、中頻段寬鬆，連低頻段的反應都快速無比。如果您不信，拿它來聽

爵士樂錄音看看，爵士樂錄音通常都很少對Bass以及腳踩大鼓加料，大部分是原汁原味的。您用Prestige系列喇叭來聽爵士樂時，就可以充分感受到Bass音粒的清晰，以及腳踩大鼓撲撲聲的短促收束，這樣的聲音才是正確的。如果您一心想在Prestige喇叭身上聽到軟Q拖著尾巴的低頻，那是不可能的，這種低頻只有在流行音樂錄音才可聽到。如果聽爵士樂還有這種軟Q拖著尾巴的低頻，大部分可能來自低音單體的餘振與空間低頻峰值。



18



19



20



21



22

18/ 這些工具就是用來做振膜背面補強之用，Tannoy早在幾十年前就使用這樣的方法來為紙盆振膜做補強，幾十年一直未變，可見這項技術經得起時間考驗。

19/ 拍一張近景讓大家看看。

20/ 架子上都是已經黏上彈波的紙盆振膜，由此可見產量之大。

21/ 右邊是已經做好補強的振膜，左邊是尚未做補強者。

22/ 這個模具就是用來黏合紙盆振膜與懸邊之用，黏合之後也是要靜置一段時間，讓膠完全乾透。

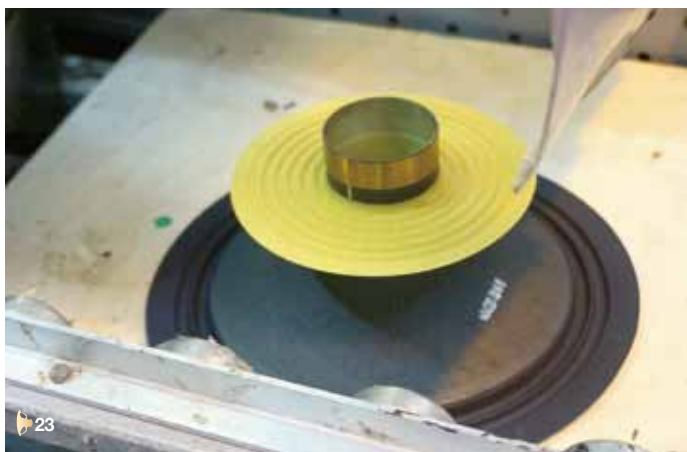
23/ 振膜黏上彈波之後也要靜置一段時間，讓膠乾透，整個喇叭單體可說是用各種不同的膠黏合起來的，所以膠的品質，以及施加的量非常重要，稍一不慎就會影響成品品質。

24/ 在還未裝上低音單體的振膜之前，要先把高音單體安裝在框架中央。

25/ 再拍近一點，多麼漂亮的高音單體跟框架啊！

26/ 工作人員正在把黏膠塗在框架上，等一下要與振膜、懸邊黏合。

27/ 把振膜、懸邊放在框架上黏合起來。



23



24



25



26



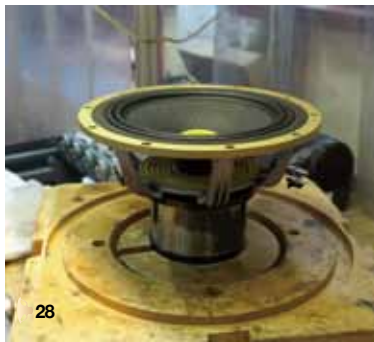
27



TANNOY

原廠採訪

古典的外表
尖端科技的靈魂



28/ 已經把振膜、懸邊與框架黏好。

29/ 黏好之後還要壓一塊鐵片在上面，讓膠可以徹底黏合，這樣的作法還真的是幾十年家傳古法。

30/ 看到沒，2014年5月22日，我去採訪那天。

31/ 啊！原來這是Westminster GR的振膜，真漂亮啊！

32/ 振膜、懸邊完成之後就要把接線端子裝上去。

33/ 看到振膜中央那黃色的東西嗎？那是在製造過程中保護高音單體免受損壞的。





34



35



37



36



38

- 34/ 這些是喇叭單體的接線端子。
- 35/ 喇叭單體接線端子近景。
- 36/ 架子上都是Prestige GR系列的高音單體，頂部用紙貼起來，避免灰塵掉入。
- 37/ 您看，我請人用雙手拿著高音單體，你就知道這個單體有多大了。
- 38/ 工作人員正把已經完成的Prestige GR單體放上測試台，準備測試。
- 39/ 完成的低音單體要經過測試之後，留下測試紀錄。
- 40/ 看到沒？Passed，通過檢查了。
- 41/ 測試完整之後要貼上條碼。
- 42/ 條碼有二份，另一份要黏貼在簿子上，測試者還要蓋章，便於以後追蹤。
- 43/ 這些都是Prestige GR壓縮式高音單體的振膜與音圈。



39



40



41



42



43



TANNOY

原廠採訪

古典的外表

尖端科技的靈魂



音響論壇

03 /

超低溫處理、DMT 五喇叭端子與超高音單體

文 | 劉漢盛

Tannoy的Dual Concentric同軸單體早在1947年發表，迄今仍然是性能最好的喇叭單體之一。這麼多年來，這個同軸單體一直在優化中，雖然大的分野只有Monitor Black、Silver、Red等等系列，但其實每個系列之間都有不同編號的單體型號推出。這代表什麼？代表Tannoy的研發實力，他們的研發室工程師並非沒事幹，而是分秒在努力讓產品優化。

除了Dual Concentric同軸單體不停優化之外，Tannoy近年也推出幾項關鍵性技術，大幅改良了喇叭的整體表現能力，這些技術包括超低溫DCT（Deep Cryogenic Treatment）處理、

差異性材料技術DMT（Differential Materials Technology）、五喇叭端子，以及超高音單體。以下讓我們逐項來瞭解。

超低溫處理

Tannoy的分音器元件與配線經過超低溫處理（Deep Cryogenic Treatment），這也是目前許多線材或端子所宣稱的處理方式。超低音處理有什麼好處呢？簡單的說，就是讓材料內部分子或結晶變得更堅硬，排列更緊密。其實這種技術大家都知道，因為古時候的鑄劍技術就是這種處理方式，只是那個年代沒有超低溫的液體而已。古時候鑄劍時，要把鐵燒到900度



01 / 這是什麼？ST200超高音喇叭。



02 / 超高音拆開原來是這樣。

C，然後把鐵馬上放入水中。經過反覆多次這種淬火、退火的程序，凡鐵就會變成精鋼，鑄出來的刀劍也就無堅不摧了。

攝氏零下196度

而在現代，我們把水換成液態氮，液態氮的沸點在攝氏零下196度，這就是我們所謂的Deep Cryogenic Treatment超低溫處理。這種以液態氮來做超低溫處理的技術也不是現在才有，早在二次大戰期間，美國Los Alamos核子武器實驗室就已經採用液態氮來做超冷處理，不過當時是把被處理的物品直接放入液態氮中，最後處理的結果無法預料，難以控制。而現在的處理方式則是慢慢降溫，直到攝氏零下196度，維持這個溫度一段時間，再慢慢讓溫度回復到室溫狀態，如此一來物品裡面的分子或晶體改變就會是永久的。或許有人會以為被處理的物品是直接放入液態氮中，其實不是，被處理的物品跟液態氮是沒有直接接觸的，液態氮只是讓容器的溫度降低，而且控制在每分鐘降低攝氏

0.25度，這樣的過程沒有精密的電腦控制是不可能做到的，而且一次的超低溫處理往往耗時好幾天。

超低溫處理最常用的地方其實是跑車上的各種零件，例如引擎、離合器、煞車碟、避振彈簧等等。此外就是切割工具、鑄模工具等等。除了跑車，軍方與航太領域大概是超低溫處理的大宗，例如太空梭的二氧化矽玻璃、巡弋飛彈裡面的線路板。其他如高爾夫球桿頭、槍砲、吉他弦、銅管樂器等等。當然，超低溫處理只處理鐵器，非鐵金屬例如鋁、塑膠等並不適用超低溫處理。

整個分音器拿去做超低溫處理

Tannoy的分音器超低溫處理並非把一個個零件分別拿去做處理，而是整個完成的分音器拿去做超低溫處理，包括電阻、電感、電容、配線、端子、甚至插頭、錫點通通都做了超低溫處理。Tannoy是從Kingdom Royal才開始整塊分音器做超低溫處理，後來延伸至Definition系列與Prestige Royal系列，這些分音器都是組裝好

之後，測試通過，才拿去做超低溫處理。您知道嗎，錫點經過超低溫處理之後，錫分子改變，使得RoHS或WEEE規格要求的錫黏著性更好。這類環保要求無鉛焊錫由於黏著度沒有以前的含鉛焊錫來得好，所以航太電子以及醫療電子領域是豁免的，也就是說這二種電子產品仍然可以使用含鉛焊錫。

DMT

Tannoy的另一項技術就是差異性材料技術Differential Materials Technology，DMT的意思是差別材料技術，也就是每個關鍵處都要採用「最適當針對性」的材料，而非一般人所認為最好的材料。例如Prestige Gold Reference的高音單體振膜採用鋁振膜，許多人一定會問為何不採取更硬更輕的鈦振膜？許多喇叭單體不是都採用鈦振膜嗎？Prestige GR採用鋁振膜的原因是它的內部阻尼特性比較好，不像鈦金屬，雖然比較硬比較輕，但內部會儲存更多能量，會在人耳可聽頻域高端邊緣產生峰值，不利聽感。



TANNOY

原廠採訪

古典的外表

尖端科技的靈魂

Prestige GR系列中的Westminster Royal、Canterbury、Kensington的音圈採用鍍銅鋁線繞製，繞好之後先做超低溫處理，再裝上Mylar材質的懸邊。除此之外音圈磁隙內有灌入黏性磁液，除了具有冷卻效果之外，也可避免灰塵進入音圈。再者，Prestige GR中的Westminster Royal、Canterbury、Kensington的低音單體振膜也已經改良，雖然仍以紙漿為主，但加入合成纖維微粒，並經過特殊處理，可以吸收內部共振。雙重懸邊有很好的制振作用，而彈波也有很好的制振作用。音圈套筒採用能承受高溫材料，音圈上的高溫會傳導到散熱極片上。此外，每一處的連接點都保證共振能量會轉換成熱能散發出去，而非變成會造成音染的共振，這些都是屬於DMT技術的成就。

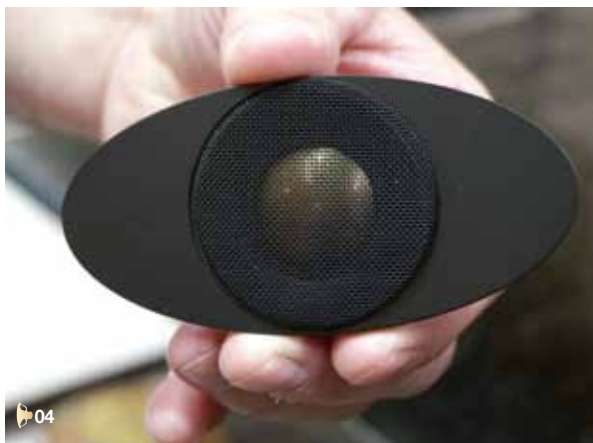
箱體也要DMT

無論是高音或低音單體，都是靠振膜的振動來發聲，而振膜振動時就是做前後往復運動。根據牛頓定律，作用力等於反作用力，也就是說你施加一個力，必然會產生一個相等的反作用力。為了消除喇叭單體振動時的反作用力，單體的磁鐵總成重量必須遠大於振膜的質量，這樣才能消除反作用力的影響。即使如此，低音單體的振動還是會影響到高音單體的細微表現，尤其高音單體是安裝在低音單體中央。所以，Prestige GR系列的箱體必須作得非常堅固，而且能有效吸收低音單體所產生的振動。在箱體內許多地方都有安置特殊的膠狀複合材料吸振物，負責吸收某頻域的振動，讓箱體內部不會激活振動。此外夾板做成的箱體也非常的堅固厚重，加上特殊吸振膠，使得整個

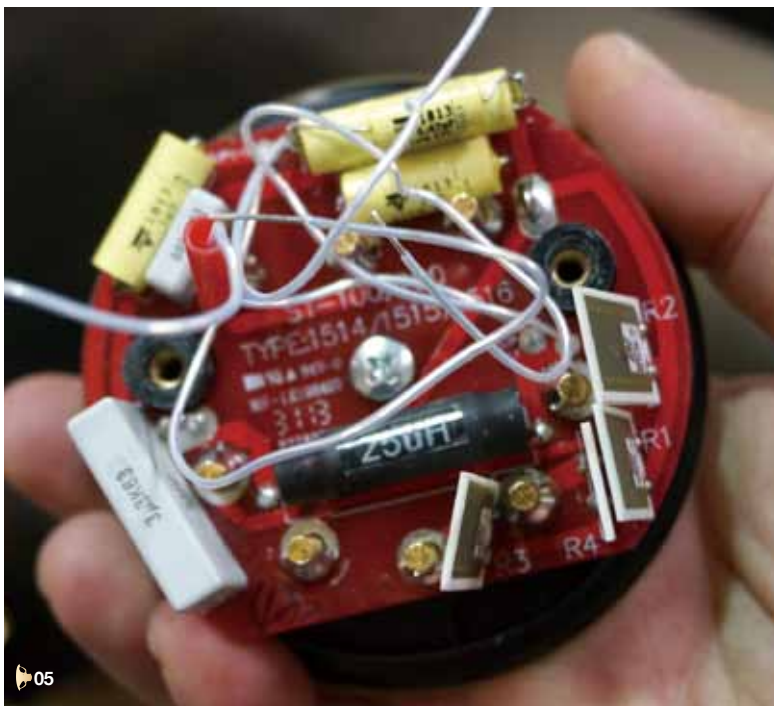
03 / 圓圓的箱體裡面有一塊金屬塊壓脛。



03



04 / 這是超高音的網罩與單體。



05 / 這是超高音的分頻網路。

箱體的振動降到最低，不會影響到高频的細節表現。這也是Tannoy的DMT。

五喇叭端子

一般喇叭線端子只有二個，正負各一。如果是Bi Wire，那就是四個，而Tannoy是五個。這多加的一個是什麼？是地線。Tannoy研究發現，近年由於各種3C通訊產品充斥家中，使得原本就有的RFI（射頻干擾）越來越嚴重。通常，音響迷只會注意到訊源、擴大機如何避免RF的干擾，從來沒想過喇叭也會受到RF干擾。其實，只要有電磁的環境就可能存在RF干擾，喇叭發聲原理植基於電磁原理，當然也會受到RF干擾影響。

為此，Tannoy的工程師研發出第五端子，把這個端子跟擴大機的地端連接，藉著擴大機的接地，可以把存在於喇叭單體上的RF干擾導引到地。降低RF干擾有什麼好處呢？根據Tannoy的研究，可以提升動態範

圍，增加樂器質感的真實度。其實這種道理是可以理解的，只要能夠有良好的接地導通，許多雜訊都可降低，只是喇叭廠很少會去想到RF干擾這個問題，但是Tannoy卻想到了，可見工程師們的思維已經到了深入而細緻的程度。

超高音喇叭有理論基礎嗎？

一提到超高音，許多人腦中馬上浮出幾個疑問：樂器的音域有超過20kHz嗎？人耳可以聽到超過20kHz的頻域嗎？先回答第一個問題，樂器的基音（Fundamental）沒有超過20kHz的，但是樂器的泛音（Overtone）可以超越20kHz。例如小提琴的泛音可以量測到40kHz，三角鐵的泛音甚至可以量測到100kHz。小號的泛音、鈸的泛音都可輕鬆超過50kHz。以上這些數字不是我信口開河，而是Tannoy做過相關研究得到的數據。

既然樂器的泛音音域可以超過20kHz，另一個問題來了：人耳可

以聽到嗎？人耳的平均可聽範圍不是20Hz-20kHz嗎？容或有些人聽力比較靈敏，但也不可能達到40kHz、50kHz、甚至60kHz啊！有關這個問題，Tannoy引日本人Oohashi的實驗，測試頻率高達60kHz，測試進行時採取盲測，測試方式並非問受測者能否聽到60kHz？而是測量受測者的腦波變化，結果客觀測試數據證明人耳可以「感受」到超高频。為什麼我們的耳朵聽不到、但腦波卻能測得產生變化呢？推測可能是內耳中的球囊（Saccule）跟耳蝸連接產生的結果。

Tannoy另外提出一個他們發現的現象，在研發超高音喇叭的過程中，他們想要濾除一個30kHz的峰值（10dB），採用的方法是在100kHz頻寬中加入Pseudo-Random 數位噪音，沒想到受測者竟然能夠以盲測方式聽出30kHz處是否有10dB峰值。而當濾除30kHz時，28kHz以下頻域一點都沒改變。這項實驗支持了人耳可以「感受」超過20kHz頻率的說法。

不管人耳是能夠「聽到」或「感



TANNOY

原廠採訪

古典的外表
尖端科技的靈魂



06/ 超高音的分頻網路跟調整盤是這樣連接的。

07/ 正在組裝的ST200超高音。

08/ 組裝完成就要進行測試。

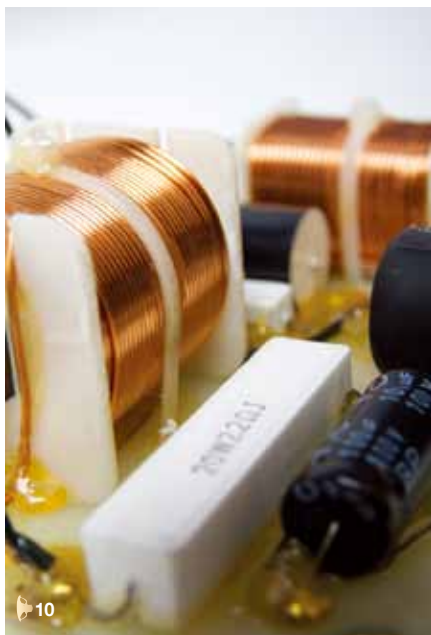
09/ 這些都是ST200超高音喇叭成品。

受到」20kHz以上頻域，Tannoy以客觀的研究證明了超高音喇叭是有作用的。那麼，到底加了超高音喇叭之後，聽感上可以獲得什麼好處呢？根據Tannoy的研究，可以大幅改善20kHz以下的相位失真以及暫態反應。

或許有人要問：既然Tannoy的Dual Concentric單體是同軸的點音源，相位失真本來就很低，現在在箱體頂上多加一個超高音喇叭，這樣反而破壞了原本的同軸點音源特點，這對Dual Concentric喇叭有好處嗎？有！因為超高音的頻域

遠高於Dual Concentric單體，而且能量也遠低於Dual Concentric單體，大部分音樂訊息仍然來自Dual Concentric單體，所以超高音喇叭並不會影響同軸點音源的事實與效果。甚至，超高音喇叭還可以提升整個喇叭在高頻段的擴散性。

現在您應該可以瞭解，為何Tannoy的ST-200超高音喇叭會那麼暢銷的原因吧！



10



11



12



13



14



15

10-11 / Tannoy的分音器元件與配線經過超低溫處理（Deep Cryogenic Treatment），這也是目前許多線材或端子所宣稱的處理方式。

12-14 / Tannoy的工程師研發出第五端子，把這個端子跟擴大機的地端連接，藉著擴大機的接地，可以把存在於喇叭單體上的RF干擾導引到地。

15 / 夾板做成的箱體也非常的堅固厚重，加上特殊吸振膠，使得整個箱體的振動降到最低，不會影響到高頻的細節表現，這就是Tannoy的DMT。



TANNOY

原廠採訪

古典的外表

尖端科技的靈魂



04 /

Tannoy工廠巡禮

文 | 劉漢盛

Tannoy的工廠位於英國蘇格蘭靠近格拉斯哥的Coatbridge，原本工廠位於倫敦，在1976年時因為政府獎勵計畫，而把工廠從倫敦搬遷到此處，從此未再更動。這個地方距離蘇格蘭最大城市格拉斯哥只有大約16公里，到愛丁堡也不遠。當我從德國搭飛機到愛丁堡機場入境時，海關例行性的問我要去哪裡？我回答要去Coatbridge看一家音響工廠，海關馬上問我是Tannoy嗎？可見Tannoy在這個地區相當有名，連海關都知道。

來到Tannoy工廠，工廠佔地不小，建築看起來已經有歷史了，但仍然維持得很好。停好車，陪同我們來工廠的業務總管Tim說很抱歉，因為

辦公室正在重新裝潢，所以我們必須從側門進入。果然，原來辦公的地方已經重新整修得煥然一新，只剩最後的收尾工作。所有辦公人員都暫時處於工廠內臨時隔間內辦公。雖然擁擠，但仍然井然有序。

以Hi End音響廠家而言，Tannoy工廠規模很大，而且從牆上各種統計表格來看，這是一家很有規範的工廠。從高音單體的製造、低音單體的組裝、箱體的組裝以及箱體的切割、黏合、上漆通通都包了。不過，在工廠內生產的箱體只限於PA箱體以及比較平價者，頂級Prestige GR系列箱體是委託協力廠商製造的。以下，就讓我以圖片帶領讀者們來一趟Tannoy工廠之旅吧！▲



01



02



03



04



05



06



07



08



09

- 01 / Tannoy工廠內有幾個這種測試站，當喇叭組裝完畢之後，每對都要經過測試站的測試，錄出各種必要數據。或許你會說測試站空間不大？測試結果準確嗎？現在的測試都已經是用軟體模擬輔助，精準度相當高，不需要放在無響室中。
- 02 / 推門進入工廠，迎面而來的是大大的歡迎招牌，上班的員工在這裡換衣服，保管箱存私人用品。
- 03 / 看到沒，行事曆上貼著我們的到訪，時間是2014年5月22日，在德國慕尼黑音響展之後，我們先去採訪德國Avantgarde，再到英國Tannoy。
- 04 / 這是幾十年前工作人員正在做單體時的情況。單體上面那些「夾子」其實是在做補強措施，到今天都沒有改變，只是製造方式進化了。
- 05 / 這是貼在牆上大大的照片，顯示以前工作人員在做箱體的情形。
- 06 / 一看到這樣的工作台，就知道Tannoy的工廠是很具規模的，不是一般Hi End音響廠的小規模。
- 07 / 看到右邊那排臨時搭建的辦公室嗎？辦公室裝潢期間，相關人員就在此辦公，現在應該都已經在新辦公室工作了。
- 08 / 從這個角度可以看得更清楚，那就是臨時辦公室。
- 09 / 這是工廠一角。

製造部門



10



11



12

- 10 / 工作人員正在組裝PA喇叭的主動式擴大機。Tannoy的PA喇叭部門營業額比家用喇叭要大很多，行銷全世界各地。
- 11 / 工作人員正在組裝PA喇叭。
- 12 / 工作台上整齊的工具掛在牆上，顯然工廠內「紀律森嚴」。

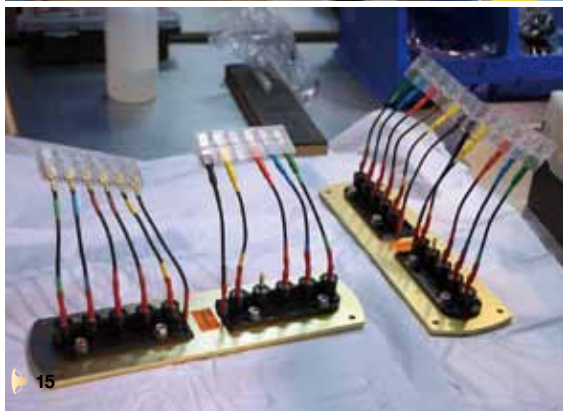


TANNOY

原廠探訪

古典的外表

尖端科技的靈魂



13/ 看到沒，這是Prestige GR系列面板上高音量感與分頻滾降的調整盤。

14/ 工作人員手上拿著調整盤。

15/ 調整盤內部用一條條配線連接。

16/ 工作人員正在組裝調整盤。

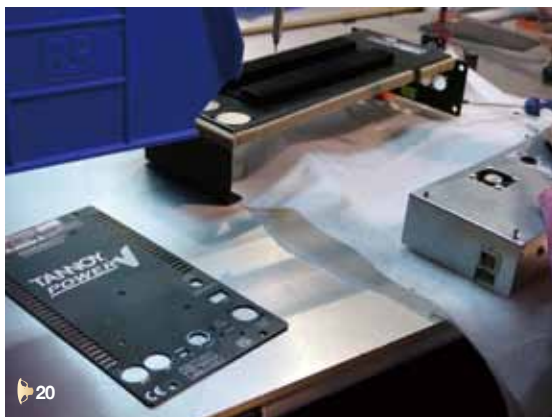
17/ 調音盤內部全部都是用線來連接。

18/ Prestige GR系列調音盤。

19/ 工作人員正在組裝調音盤。

20/ 工作人員正在組裝PA喇叭的擴大機。

音響論壇





21 / 這些超低音箱體都是Definition Subwoofer喇叭用的，如果是PA用就不需要鋼琴烤漆了。



22 / 這些是PA喇叭用超低音箱體，表面粗糙耐磨耐摔，二邊還有把手。



23 / 靠牆這整片黑色喇叭箱都是PA喇叭，可以想見Tannoy PA喇叭銷售量之大。



24 / 看到牆上這些圖表沒？那是工作效率以及品質控管表，這是大廠才有的做法。

單體部門

25 / 工廠內各部門區分清楚，每個部門都還有管理表格，這裡是高音單體區。



26 / 這裡是錐盆區。

27 / 這就是鋁合金振膜高音單體。

28 / 這是高音單體的背面，可以清楚看到音圈。

29 / 這是高音單體的組裝模具，此處負責把高音振膜跟音圈組裝起來。

30 / 已經做好的高音單體，整個背面是密封的，顯然是PA用高音單體。

31 / 高音單體的背面，請注意看懸邊上面都有打洞，這樣的設計並不多見，難道打洞是要降低快速振動時空氣的阻力嗎？

32 / 組裝高音單體的工具之一，旁邊有塑膠圓框，利用這種工具把塑膠圓框與振膜音圈組合起來。

33 / 當振膜音圈跟圓框組裝起來之後，因為是用膠黏住的，所以要讓它固定一段時間，等膠乾了之後才能打開。圖中可以看到二條「鬚鬚」，那是要連接引線的地方。





TANNOY

原廠採訪

古典的外表

尖端科技的靈魂



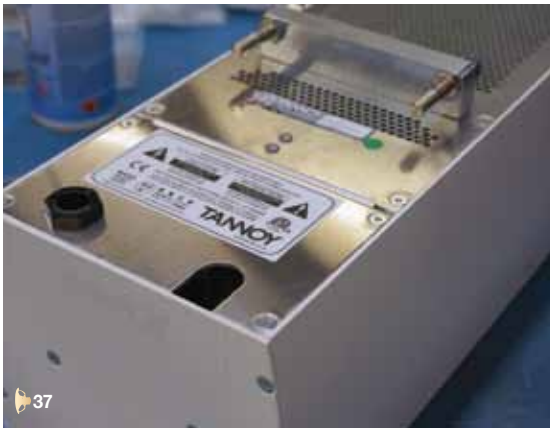
34



35



36



37

- 34/ 組裝高音單體的工具之一。
- 35/ 這是充磁機。喇叭單體完成之後，最後一個步驟就是充磁，讓原本還沒有磁性的磁鐵轉變為永久磁鐵。
- 36/ 這是Tannoy的PA喇叭，我在格拉斯哥中央火車站也看到壁上掛著這種PA喇叭。
- 37/ 整個箱體都是用厚重金屬製成，保證耐用，背面還有中文，可見行銷全世界。
- 38/ PA喇叭的高音陣列，這樣的設計可以承受大功率。
- 39/ 工作人員正在組裝Definition Subwoofer，它要把正面那個鋁框安放上去。
- 40/ 鋁框已經黏好了。
- 41/ 工廠內有許多這樣的測試站，喇叭完成後都要接受測試。



38



39



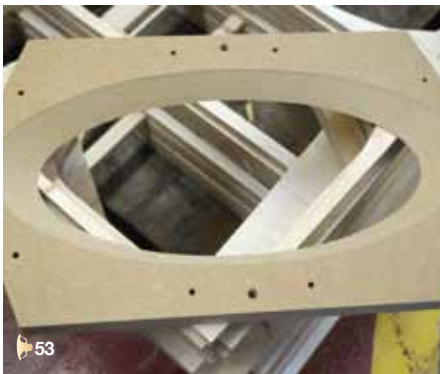
40



41

木箱工廠

- 42/ 準備進入木箱工廠，進入前要先拿耳塞塞住耳朵，避免噪音傷耳。
- 43/ 這個木箱工廠大部分都是在做PA喇叭箱體，Prestige箱體在另外的工廠製造。
- 44/ 這是Definition超低音箱體，是在工廠內製造的，工作人員正在上蠟，準備打磨。
- 45/ 看到沒，工作人員也戴著耳塞。
- 46/ 這位工作人員很認真打磨箱體。
- 47/ 打磨完成之後光可鑑人。
- 48/ 電腦控制的機台正在切割木板。
- 49/ 切割好的箱體背板。
- 50/ 廠內這種機器好幾部，可見產能相當大。
- 51/ 木板切割之後的廢料。
- 52/ 從照片中可以看出這些板子都是夾板，切割成各種需要的形狀。
- 53/ 各式各樣的形狀自己切割，還可切成斜角。





TANNOY

原廠探訪

古典的外表
尖端科技的靈魂



- 54/ 電腦會命令銑床依照不同的圖形去切割。
- 55/ 這些是MDF，不論是夾板或MDF，廠內都可以自行處理。
- 56/ 電腦控制的機台。
- 57/ 工作人員正在組裝超大型PA用喇叭箱體。
- 58/ 箱體裡面要補強，也是用黏膠黏合。
- 59/ 看得出這是Tannoy哪型喇叭的箱體嗎？這是PA用的箱體。

烤漆部門

- 60/ 上漆打磨都在自家工廠內完成。
- 61/ 包括喇叭單體框架的噴漆也自己來。
- 62/ 架子上都是已經噴好漆的框架。





63



64



65



66

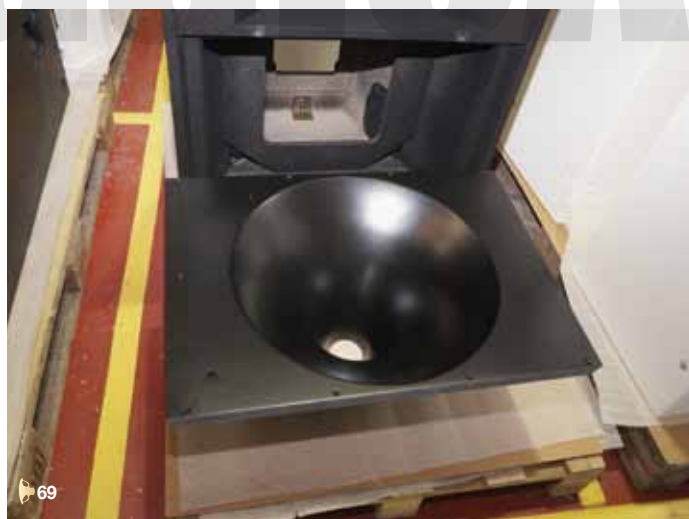


67



68

- 63 / 工廠內有自己的噴漆烤爐設備。
 64 / 看到那些鉤子沒？部件就這樣勾著進入烤爐。
 65 / 噴好的部件要緩慢經過這個烤爐，這就是「烤漆」啦！
 66 / 這些大箱子都是在工廠內上漆的。
 67 / 這些小箱體就是前面那個沒上漆的小箱體。
 68 / 這個人手上拿的東西是什麼？難道是木頭做的號角嗎？
 69 / 這個木製號角上漆之後就是這麼漂亮，也是PA用的。
 70 / 看到沒？架子的底層那個大大的圓形磁鐵就是Alnico鋁鎳鈷磁鐵。
 71 / 再給您看另外一個角度，喇叭單體真多啊！我的目光都放在Alnico單體上。
 72 / 這些單體雖然不是鋁鎳鈷磁鐵，但也是很好的單體。
 73 / Definition超低音箱體反過來，您看到裡面的補強嗎？



69



70



71



72



73



TANNOY

原廠採訪

古典的外表
尖端科技的靈魂



74

Prestige GR系列組裝

74/ 啊！終於看到正主了，這是什麼喇叭不必我說吧？Canterbury GR，多漂亮的箱體啊！

75/ 請注意看裡面的補強，要撐得住15吋單體的振動才行。

76/ 工作人員正在鎖上正面的高音調整盤。

77/ 這些黑色的條紋是一塊塊實木鑲上去的，手工真細緻。

78/ 您看，腳座這裡也做得真高雅啊！

79/ 工作人員正準備把Dual Concentric單體裝上去。



75



76



77



78



79



80



81



82



83



84



85

80/ 這個工作人員的手臂還真有力，一支手就把那麼大的單體牢牢抓住。

81/ 小心把線接上。

82/ 小心把單體放好。

83/ 鎖螺絲完成了，這對Canterbury難道是勝旗的嗎？

84/ Prestige系列的五喇叭端子。

85/ 用在Definition系列上的非Alnico磁鐵單體。

86/ 這對喇叭標明Standard Pair，也就是參考喇叭，所有後續生產的同型喇叭特性都要跟它一樣。

87/ 這個Alnico單體振膜上面沒印著GR，可能是Definition DC 10A系列用的。

88/ 這支是Definition Subwoofer超低音參考喇叭。

89/ 前面那支是Kensington GR的參考喇叭，後面那支是Canterbury GR參考喇叭。



86



87



88



89



90



91



92

90/ Kensington箱體。

91/ 後面的是Definition DC 10T喇叭箱，這些漂亮的喇叭箱都是委外生產的。

92/ Definition DC 10T箱體背面。



TANNOY

原廠採訪

古典的外表

尖端科技的靈魂



93



94



95

測試工作站

93 / 工廠內的測試工作站，只要把喇叭拿進來，關上門，就可做測試。

94 / 工作人員正把剛做好的Canterbury GR拉進測試站。

95 / 這是測試儀器。

96 / Canterbury GR正在準備受測。

97 / 工程師正在跟我們講解測試內容。

98 / 測試用麥克風，距離喇叭前1米測試。

99 / 工作人員示範怎麼調整高音。

100 / 測試完成之後會有條碼，一生跟著這對喇叭。

101 / 這張紙等於就是喇叭的出生證明。



96



97



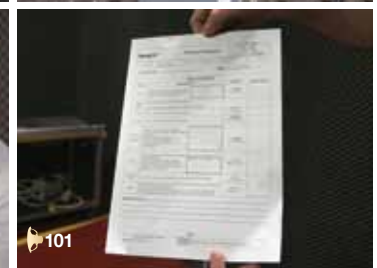
98



99



100



101

研發部門

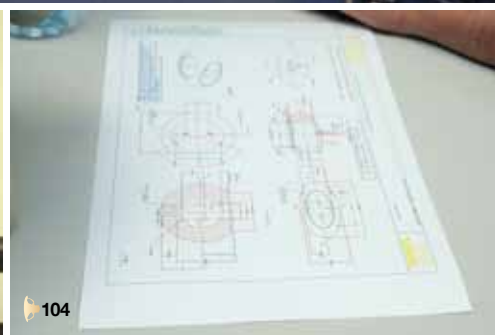
- 102 / 研發室一角。
- 103 / Tannoy研發室內的工程師秀給我們看怎麼設計喇叭。
- 104 / 工程師讓我們看ST 200超高音喇叭的設計圖。
- 105 / 喇叭底座下加了一塊鐵塊，增加喇叭的穩定性，這是新改良的Definition系列。
- 106 / 連腳座的設計都有學問。
- 107 / 這是專門用來送給Prestige GR系列用家的木臘，讓喇叭箱體看起來更漂亮。
- 108 / 研發部門的無響室，由此可證Tannoy的研發實力雄厚，不是一般人想像中的「老公司」。
- 109 / 無響室內用的測試麥克風。
- 110 / 腳下也是吸音棉滿滿。
- 111 / 研發中心到處可以看到這樣的景象，夾子夾著單體就在測試。
- 112 / 正在研發分音器。
- 113 / 電腦測試結果。



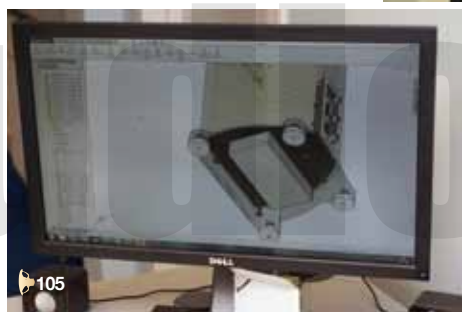
102



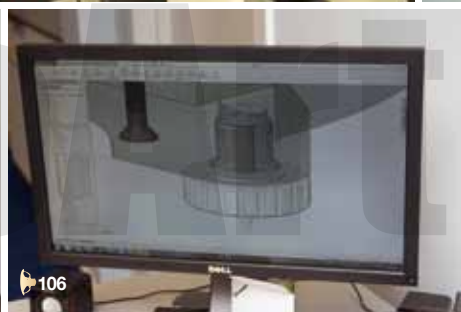
103



104



105



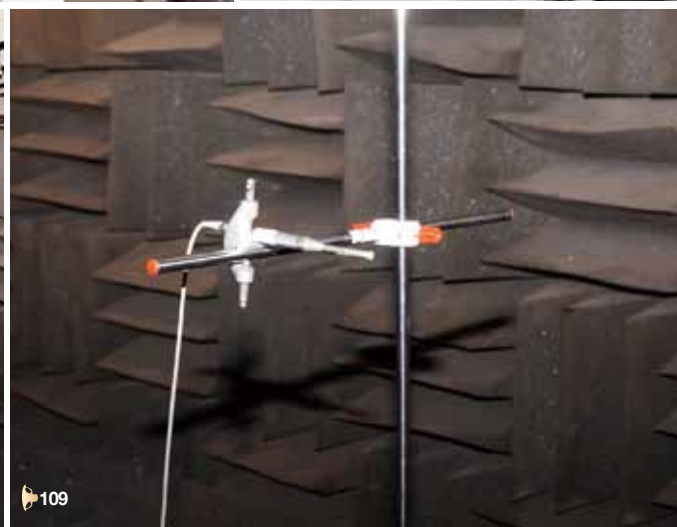
106



107



108



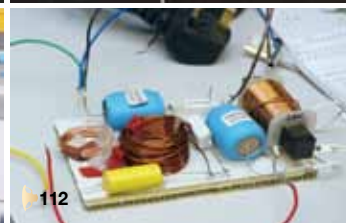
109



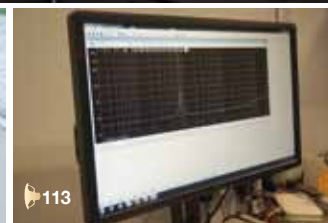
110



111



112



113