

所有技術全面進化，Kore旗艦喇叭完全解密 專訪DALI亞洲營運總監Gilles Brun

文 | 陶忠豪

新冠疫情肆虐三年，在邊境防疫封鎖政策下，台灣Hi End音響界破天荒的連續三年沒有任何歐美原廠代表來訪，本刊偶一為之的原廠專訪，也只能透過網路線上進行。日前邊境終於解封，到底是哪家公司Hi End音響廠商搶得頭香，第一個造訪台灣？答案是由動作最積極的DALI亞洲區營運總監Gilles Brun拔得頭籌。專訪的重點，當然聚焦在今年五月才在慕尼黑音響展轟動發表的Kore旗艦喇叭身上。

十年淬鍊絕世旗艦

來自丹麥的DALI創立於1983年，多年以來，DALI給人的印象一直是超值好聲，強在中低價位喇叭。在Hi End喇叭廠家中，研發實力雖然一直位居領先地位，但是在發燒友心目中的品牌地位，卻似乎一直沒有與天價、頂級劃上等號。或許正因為如此，所以今年

DALI忽然推出超級旗艦等級的Kore，全球音響迷才像忽然驚醒了一般，發現DALI原來也具備開發頂尖、高價旗艦喇叭的實力。

Kore真的是DALI為了證明自家實力而「忽然」推出的旗艦喇叭嗎？Gilles告訴我，其實他們早在十年前就有開發Kore的計畫了！為什麼要隔這麼久才正式推出？其實，DALI要推出超級昂貴、超級巨大的旗艦喇叭一點也不困難，只不過對他們而言，所謂的「旗艦喇叭」，不但必須具備全面創新的突破性技術，還必須要能昭示DALI未來發展方向。時值DALI創業四十週年之際，他們認為時機終於成熟，所以才發表了真正夠資格稱之為「旗艦」的Kore。

當代最高成就之作

雖然貴為DALI有史以來最昂貴的旗艦喇叭，但是Kore卻不是為了昂貴而昂

貴，不是為了旗艦而旗艦，也不是為了創新而創新。相反的，DALI的研發目標其實非常務實，他們希望這款喇叭可以輕易的融入聆聽空間，不需要太繁複的擺位調校，對於擴大機也不會造成太大的負擔。

當然，在聲學物理技術方面，DALI也為Kore設定了極高的標準，除了必須具備全頻段重播能力，還必須將失真降到最低、將機械性與物理性的能量耗損降到最低、將箱體音染降到最低、將阻抗變化降到最低（對擴大機友善），進而追求全頻段音質音色一致、追求全頻段聲波擴散平順（對空間友善）、追求全頻段時間相位一致（對喇叭擺位友善），重現如臨現場的3D立體音場，並且必須符合丹麥頂級家具的精品造型與質感。從以上標準看來，DALI對於Kore的期望可就不只是「務實」而已了，而是企圖超越市面上一切頂尖喇叭的State of The Art當代最高成就之作。



01



02



03

01. 高、中音單體的障板採用超厚重的鋁合金鑄造成形，兩個低音單體的障板則是採用礦石成分混合玻璃纖維構成的複合材料打造，不但堅固，而且具備絕佳阻尼特性。
02. 略微後傾的「弓形」前障板曲度，可以在距離聆聽位置三公尺處，達到全頻段時間相位一致，大幅降低喇叭擺位的難度。
03. Kore的Ammarra Ebony黑檀木貼皮厚達4mm，堪稱是有史以來採用整塊實木貼皮面積最大的喇叭。優美的魯特琴造型箱體，是與丹麥執牛耳的精品家具品牌Hudevad Furniture合作製造。箱體後方的柵狀設計可以隱藏兩個低音反射孔，讓整體設計更為美觀。

技術底的DALI超級業務

Kore到底該如何實現DALI設定的超高標準？Gilles Brun開始為我解釋DALI的最先進技術成果。在此我要先介紹Gilles這位代表DALI的重要人物，他可不是一般的業務，在進入DALI之前，他曾經在另一家頂尖法國Hi End喇叭廠Focal工作多年，當時他並不是擔任業務，而是在單體研發部任職，可見他完全是技術派的硬底子人物。

請不要以為駐紮馬來西亞，負責DALI亞太地區營運的Gilles是去度假的。跟他聊過之後，我才發現他的工作量超乎想像的繁重。他不但必須負責整個東南亞地區，加上中國、澳洲、紐西蘭，以及日本的市場業務，還必須負責這些地區的庫存後勤調度，同時還兼任馬來西亞的DALI銷售工作，真可謂超人等級的業務代表了！由技術底的Gilles來介紹Kore的技術特點，當然也是最適當的人選。

第二代獨家SMC Gen-2材料

讓我們先從Kore的7吋中音單體開始說起。Gilles開宗明義告訴我，中頻是人耳最敏感的頻段，負責重播中頻的中音單體，也是Kore的核心靈魂所在，所以DALI首度量身打造了Kore專用，也是「重播中頻專用」的中音單體。

什麼叫做「中頻專用」的中音單體？其實大多數所謂的中音單體，都可以兼做書架喇叭的中低音單體使用，必須兼具低頻重播能力。Kore這只中音單體則不需要負擔低頻重播，振膜與音圈總成的衝程幅度可以縮減，專心中頻重播做到最好。

說到這只中音單體，第一個最重要的技術就是DALI獨家SMC材料，現在已經進化到第二代SMC Gen-2，首度使用在Kore的中音與低音單體中。什麼是SMC？這是一種導磁效率極高，但是導電率極低的材料，DALI用來製造單體磁力系統中的中央磁極。

傳統單體的中央磁極都是用鐵打造，鐵雖然是導磁材料，但同時也是導電材料。當單體的音圈在中央磁極外圍進行活塞運動時，傳統鐵製中央磁極會因為電磁感應而產生渦流效應（eddy current），而渦流效應形成的反相磁場，又會對音圈造成阻力，阻礙音圈快速、靈活的運動，造成能量耗損，並且產生3次諧波失真。

上述問題，就是DALI用SMC取代傳統鐵製中央磁極的原因。SMC其實是一種直徑0.1mm的高純度鐵粒子，但是每一顆鐵粒子的表面都鍍上了特殊絕緣材料。將SMC鐵粒子高溫壓鑄成單體的中央磁極，導磁能力不變，但是導電率可以大幅為鐵的10,000分之一，渦流效應因此可以大幅降低。

進化後的SMC Gen-2呢？它改良了鐵粒子的形狀，也改良了絕緣鍍膜的配方。製成中央磁極之後，導電效率可以進一步降低到鐵製中央磁極的



04



05



06

04. 中音與兩個低音單體各有獨立腔室，中音單體的獨立箱室向後收縮，後方是開放式設計，可以充分化解單體背波能量與箱體音染。
05. 木纖維中音振膜上的特殊紋路，搭配表面塗佈的阻尼塗料，可以有效化解振膜共振。
06. 專為中頻重播而打造的7吋中音單體採用雙音圈平衡式結構，配備強力釹磁鐵，彈波與懸邊也都是量身定製。

25,000分之一，渦流效應與其所造成的能量耗損與3次諧波失真，也就得以進一步大幅降低！尤其是在磁束密度超過1 Tesla，重播頻率高於400Hz的狀態下，SMC降低渦流效應與失真的效果更好，剛好符合Kore打造頂尖中音單體的需要。

平衡式單體結構

平衡式單體結構，是Kore中音、低音單體採用的另一項創新技術。這種結構採用了雙音圈、雙極片，低音單體還具備雙彈波結構。

傳統採用一個音圈的單體，在音圈進行活塞運動時，難免會脫離最佳磁力範圍，造成電感的變化，對於分音線路的特性會造成影響，進而影響聽感，這是傳統單體難以克服的缺點。

DALI全新平衡式單體的雙音圈與雙極片，則會產生一推、一拉的力量，讓

單體活塞運動更有效率，並且完全抵銷電感變化的影響。

至於Kore低音單體採用的雙彈波設計，則能讓單體活塞運動更精確、穩定而線性，大幅消除不穩定活塞運動所造成的奇次諧波失真，動態壓縮也可以大幅降低。

量身開發的彈波與懸邊

Kore中音單體的細節設計也全面改良，特點條列如下：

1. 振膜使用DALI特有的木質纖維構成，但是振膜表面壓上經過精密計算的特殊紋路，紋路凹陷處，就是共振容易產生的位置，這裡的振膜較薄，硬度降低，阻尼提升，振膜表面的阻尼塗料在紋路凹陷處累積較多，又進一步提升阻尼效果，正好可以化解共振。

2. 全新的懸邊也是針對中音單體而設計，因為Kore中音單體的衝程只有

±2mm，所以懸邊的半圓凸起尺寸可以縮小，質量因此減輕，振膜運動的靈活度也能大幅提升，並且有效降低傳統懸邊造成的反相聲波干擾。

3. 彈波結構也是全新設計，內圈的波浪結構較密，外圈的波浪結構較疏，確保彈波在±2mm的衝程範圍內，都能維持一致的順服度。

4. 配備鈦合金音圈筒，不但硬度極高，大幅提升結構穩固，不導磁、不導電的特性，也可以進一步降低能量耗損。鈦合金音圈筒加工困難，通常只有最頂級昂貴的單體才會採用，要在鈦合金音圈筒上打洞，難度與成本更高，卻可以有效減輕重量，並且提升散熱效率。

5. 雙層音圈採用輕量化銅包鋁導線（CCA, Copper Clad Aluminium）繞製，在不減損導電效率的前提下，大幅降低音圈的運動質量。



- 07. Kore配備的EVO-K高音組合，鋁帶高音振膜面積55×10mm，高頻延伸可達30kHz。35mm凸盆高音單體的振膜面積是一般25mm高音單體的兩倍，頻率下端延伸能力更好，與鋁帶高音也可以更完美的銜接。
- 08. 35mm凸盆高音單體後方的鑄鋁腔室內中填滿吸音材料，可以完全吸收單體背波能量。

6. 配備薄型強力鈹磁鐵，不但提升單體效率，也可以縮短兩個音圈間距，讓音圈結構更為穩固。

7. 中央磁極搭配法拉第銅環，這雖然是一般單體常見的作法，但是Kore中音單體的銅環包覆更為嚴密，進一步降低音圈運動時產生的電感變化。

專利三明治低音振膜

接下來看到Kore的11吋低音單體。許多人可能會問，既然DALI要打造毫不妥協的旗艦喇叭，為何不使用尺寸更大的低音單體呢？Gilles告訴我，他們當然希望盡可能使用大尺寸低音單體，但是另一方面，他們也希望維持合理的箱體比例，所以才將低音單體的口徑定在11吋。技術特點方面，除了前面說過的SMC Gen-2，以及雙音圈、雙極片、雙彈簧平衡式結構之外，還有以下特點：

1. 振膜採用木質纖維與Kapton蜂巢

結構構成三明治振膜，藉以提升剛性，並且減輕重量。類似的三明治振膜雖然並不罕見，但是結合木質纖維與蜂巢結構的振膜卻是業界首創，DALI已經申請專利。

2. 因為低音單體長衝程活塞運動會產生高熱，不適合搭配鈹磁鐵，所以Kore低音單體改採大尺寸鐵粉磁鐵。

3. 因為大尺寸的鈦合金音圈筒重量過重，所以Kore低音單體的音圈筒改採輕量化玻璃纖維材質，音圈筒兩端以雙層結構提升剛性。同樣具備不導電、不導磁特性，不會產生渦流效應干擾。

35mm大尺寸凸盆高音單體

介紹過Kore的中音、低音單體之後，接下來探究Kore的複合式高音單體。由鋁帶高音與凸盆動圈高音單體組成的高音組合，一直是DALI高階喇叭的招牌特徵。為什麼要這樣搭配呢？因

為凸盆高音單體在重播到較高頻率時，擴散性會收窄，指向性會增強。所以DALI用水平擴散性優異、高頻延伸也更好的鋁帶高音，負責重播高頻上段，構成獨家Hybrid Tweeter組合。DALI從1990年開始，就在自家DALI 700系列喇叭身上開始採用這項技術。

Kore配備的EVO-K高音組合，是Evolution Kore的縮寫，代表進化版的Hybrid Tweeter技術。先看鋁帶高音，振膜面積55×10mm，搭配強力鈹鐵硼磁鐵，靈敏度提升8dB，負責重播15kHz以上高頻，延伸可達30kHz。搭配鋁合金後方腔室，可以降低失真與動態壓縮。全新設計的導波結構，則能與凸盆高音單體在擴散性上有更好的整合。

再看凸盆高音單體，最大特點是振膜直徑達到35mm，振膜面積是一般25mm高音單體的兩倍，頻率下端的延伸能力更好，與中音單體的分頻點可以





09



10

09. 11吋低音單體除了採用雙音圈、雙極片平衡式架構，還採用雙彈波結構，讓音圈活塞運動更穩定。

10. 低音振膜首度採用木質纖維與Kapton蜂巢結構構成三明治振膜，藉以提升剛性，並且減輕重量，DALI已經申請專利。

下修到2.1kHz，與鋁帶高音也可以更完美的銜接。Gilles告訴我，其實DALI老早就想採用這種大尺寸的凸盆高音單體了，只不過這種特殊規格只能手工製造，成本實在太高，趁著這次不計成本開發Kore，才終於實現了這種設計。

這只凸盆高音單體的另一個特點是音圈不用磁液冷卻，讓活塞運動更為靈活。前提是單體組裝必須極度精密，而且散熱必須更好才行。35mm的大尺寸音圈在散熱上佔有優勢，所以即使不用磁液冷卻，依然可以承受極大功率，還能降低動態壓縮失真。

與丹麥精品家具廠合作

以上所有單體的技術特點終於全部講完，接著介紹Kore的箱體設計。Kore喇叭身高168公分，單支重達160公斤，我好奇DALI為何不把Kore設計成高中音與低音箱體分離疊放式設計，這樣在運送上應該容易得多啊？沒想到Gilles告訴我，他們不認為那種「樂高積木」式的喇叭結構比較好。單件式的喇叭箱體，

在整合箱內結構與抑制聲波繞射上，其實才是更好的設計。

Kore的體積巨大，在箱體製造上的確是一大挑戰。Gilles告訴我，Kore應該是有史以來採用實木貼皮面積最大的喇叭！請注意Gilles所謂的「實木貼皮」，跟一般喇叭採用的貼皮完全不同，一般喇叭貼的木皮只是薄薄一層「皮」，但是Kore的實木貼皮，厚度竟然有4mm！這已經不叫做「皮」，而是在喇叭箱加上一層「實木板」了。請想想，要找到符合Kore所需要品質夠好、面積又夠大的整塊黑檀木板（Ammarra Ebony），成本有多昂貴，製造難度又有多高啊！

DALI是怎麼辦到的？他們特地聘請義大利建築師Pierro Lissoni負責挑選好的黑檀木料，再與丹麥執牛耳的精品家具品牌Hudevad Furniture合作，才成功打造出Kore體積龐大又優美的魯特琴造型、曲面單件式喇叭箱體。

精緻絕頂的烤漆質感

Kore的鏡面烤漆是另一個難題。北

歐是全球環保法規最嚴格的地區，傳統烤漆工法根本無法過關，所以DALI特地斥資購入汽車工業使用的噴漆機器人，並且採用無異味、無污染的環保水性UV烤漆，才能通過北歐環保法規。

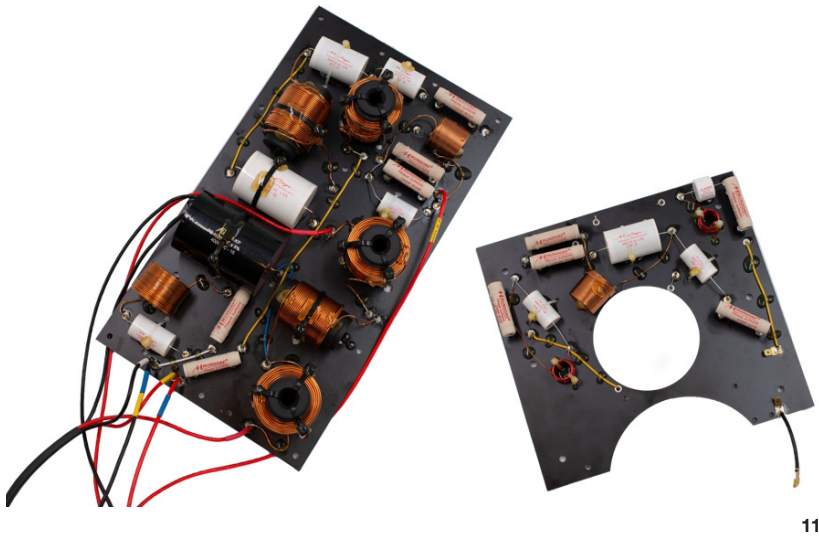
請別以為DALI會因為環保限制，而在烤漆質感上有所妥協。實際上剛好相反，DALI使用先進機器人噴漆搭配UV烤漆，只需要噴塗一次，就超過傳統七層烤漆的厚度，而且漆面更為均勻一致。噴漆之後立即經過UV照射硬化，再經過精工打磨，透明烤漆的深邃質感不但更勝於傳統烤漆工法，而且防水防潮，烤漆硬度也比傳統烤漆高上許多。

前障板材質有玄機

以下繼續列舉Kore箱體結構的設計特點：

1. 高、中音單體的障板採用超厚重的鋁合金鑄造成形，可以排除一切共振音染。前障板兩側向後曲面收縮，可以大幅降低中高頻聲波繞射干擾。

2. 低音障板採用鑽石成分混合玻璃



11

11. 分音器採用點對點直接焊接，高中音與低音線路獨立設置，所有元件都是高檔用料，最特別的是電感也首度採用了SMC Gen-2材料。
12. Kore配備DALI特別開發的喇叭端子，採用實心黃銅車製而成，表面鍍金處理，具備極低阻抗。超大尺寸可以輕鬆鎖緊任何喇叭線端子。



12

纖維構成的複合材料打造，障板內部設有繁複的補強框架，不但堅固，而且具備絕佳阻尼特性。

3. 魯特琴造型的曲面箱體，是由總厚度28mm的多層樺木夾板彎曲成形（箱體實際厚度是 $28+4=32\text{mm}$ ），這種曲面木作工藝，正是Hudevad Furniture家具公司的拿手絕活。

4. 略微後傾的「弓形」前障板曲度，可以在距離聆聽位置三公尺處，達到全頻段時間相位一致，大幅降低喇叭擺位的難度。

5. 中音單體具備獨立箱室，而且是前寬後窄設計，可以完全化解單體背波能量。請注意這個箱室的後方是開放式設計，可以將單體背波與箱體音染降到最低，將中頻重播的純淨度提升到最高。

6. 兩只低音單體各配備一個72公升獨立箱室，後方反射管內徑達8公分，兩端開口有導波設計，可以消除風切噪音與共振干擾。反射管長度經過精密計算，低頻延伸達22Hz極低頻領域。

7. 底座採用特殊複合材料打造，單

支喇叭的底座就重達34公斤，分音線路位在固若金湯的底座之中，可以完全隔絕箱體震動干擾。

8. 箱體後方的柵狀設計，可以隱藏兩個低音反射孔與中音箱室的後方開口，讓整體設計的完成度更高，視覺效果更為美觀。

電感首度導入SMC Gen-2材料

最後看Kore的分音線路，因為所有單體都是量身打造，彼此之間的物理特性已經盡可能整合，所以Kore的分音器不論元件數量或線路複雜度都可以大幅簡化。所有元件不走線路板，而是採用點對點直接焊接。高中音與低音線路獨立設置，所有元件都是高檔用料，最特別的是電感也首度採用了SMC Gen-2材料，相較於一般空心電感，具備更低的阻抗，電感之間的串音干擾也可以大幅降低，讓訊號路徑得以縮短。

未來發展值得期待

寫到這裡，你應該知道DALI為何要

耗費十年時間，才開發出這一款毫不妥協的旗艦喇叭。為了打造Kore，DALI不但全面革新所有技術，還投入鉅資購入各種生產機具，包括製造汽車使用的噴漆機器人。Gilles告訴我，Kore就像是DALI的概念車，目的在於宣示自家最頂尖技術實力，而不是為了大量生產賺錢。

其實，DALI真正的目標，依然是他們最重視的合理價位帶產品。Gilles透露，他們未來不排除下放Kore技術，推出體積較小、價位較為可親的全新產品線，到那個階段，DALI對於Kore的一切投資，才是真正回收的時候。

而Kore真的不賺錢嗎？DALI的全球訂單已經應接不暇，但是Kore的生產難度太高，速度無法加快，排隊的買家只能慢慢等待了。Gilles對於台灣市場顯然是特別重視的，他說他會安排下一對Kore盡快來台，希望可以趕上12月的音響展，只是因為疫情影響，貨運時間無法掌握，萬一來不及展出，敬請大家密切關注本刊的後續試聽報導。📍