Lyngdorf TDAI-3400

理想擴大機的原型

串流綜合擴大機．文／陸怡昶

一開始我只是因為評測需求商借這部綜擴，但是當我使用的時間愈久、我就覺得應該本刊讀友們認識這部非常獨特的製品，TDAI-3400已經採取了我認為最理想的擴大機架構，直接支援串流與音樂檔播放、採取遠高於一般製品的高精度音場校正，將數位音訊直轉PWM（沒有經過DAC晶片與D類的PWM調變）、以「純數位放大」驅動喇叭，它純粹中性的程度絕對是當今的頂尖，以聲論價、性價比真的高！

PRIME AV

前些日子為了評測Perlisten旗艦鑑聽喇叭與主動式超低音的組合，我特別跟百鳴調借這部「Lyngdorf TDAI-3400」。請各位理解，為了這種理由調借器材，一方面是表示我很看重受測器材，再者則是預判如何能徹底發揮真實力、但我手邊能調用的器材辦不到。我還記得2003年幫音響論壇評測JBL 4348時調借全世界第一部數位擴大機TacT Millennium，我事前沒實際聽過這樣的組合，只希望擴大機能以最少的音染與強勁的推力讓這款旗艦喇叭充分表現自我。這回預想搭配Perlisten S5m與D12s 2.1聲道組合的擴大機理由也幾乎一樣，但是增加了要具備低頻管理能力的條件。符合上述條件的擴大機在我預想中只有三部，Lyngdorf TDAI-3400是綜合評估條件最好的一部。

大多數綜合擴大機沒有的HDMI、低頻管理與音場校正

TDAI-3400在功能方面與大多數綜合擴大機有三項重大差異：其一，它具備「3進1出」相容4K視訊的HDMI 2.1端子，因此本機不但可接網路或有線電視機上盒、遊戲機與藍光播放機，HDMI輸出端子還支援eARC/ARC，對應智慧電視的數位音訊回傳（最高規格至192kHz/24bit），只要電視一開機，在HDMI CEC連動控制下TDAI-3400即自動開機、讓音響系統取代電視內建喇叭，讓串流音樂影片與電影表現出更強的聲音能量、更理想的音場寬度與音質。

第二項是低頻管理能力，目前有超低音信號輸出的綜擴不算太少，但多數只是從前級輸出取出信號，沒有幫超低音喇叭做低通、左右聲道喇叭做高通濾波，一般玩家不易調整好超低音喇叭的分頻點，搭配2.1聲道的左右聲道喇叭若用小型製品，還很可能會此增加燒喇叭的機率。本機不但有超低音分頻，高通、低通濾波頻率與斜率皆可自訂，超低音與二聲道喇叭的距離可設定（使發聲同步抵達聆聽位置），只要按步驟設定就能讓二聲道與超低音喇叭兩者的發聲聽不出銜接的破綻。

第三項特點是強大的音場測試與校正能力，它內建Lyngdorf自主研發

的Room Perfect技術，在評測過程中我用REW測試過：Room Perfect校正能使頻率響應更平坦（包括超低音喇叭負責的頻段在內）、優化左右聲道喇叭在全頻段的對稱性。因此相較於市面上大多數綜合擴大機（沒有音場校正功能），用本機能使喇叭擺位更自由（可靠近背牆），即使左右兩側牆面不對稱（例如都市住宅的客餐廳空間），仍然能使聲音獲得良好的對稱性與結像。

特殊功能說完接著講一般功能：本機內建Wi-Fi與藍牙，在網路連線狀態下可透過dlna讀取同網域由手機、電腦、NAS與音樂伺服器分享的音樂檔，網路音樂串流機能還包括Roon Ready、TIDAL Connect（含MQA對應）、Spotify、vTuner與Apple Airplay2。TDAI-3400還有USB DAC功能，可相容PCM（最高384kHz/32bit）與DSD（最高DSD 128）。

音場校正會讓音質劣化？提升演算能力與處理精度就能解決！

接著說明本機的電路結構，數位輸入部分可以看出原廠對低噪訊的重視， USB Audio輸入部分使用了三枚TI ISO7220A TTL數位隔離器、S/PDIF用到3顆村田DA102MC數位隔離變壓器。串流配備Steinway Lyngdorf的訂製網卡SP09D，HDMI輸出入是一塊獨立的介面卡。二聲道類比輸入則先做緩衝放大、隨即以Analog Devices AD1939（codec）轉換成數位信號送至數位音訊處理電路。

現在已經有很多玩家接受數位音場校正技術，它可以幫我們改善空間條件、喇叭擺位、聆聽位置與喇叭本身造成的頻率響應問題，但進一步深究，我認為數位音場校正的「處理精度」極為重要，這與音質直接相關、但偏偏這又是多數相關廠家避談的部分。頻率響應校正處理很難避免動態壓縮與訊噪比損失，作用在實際聽感就是聲音變得不生動、質地變得粗糙（小提琴最明顯），因此有些玩家會察覺到使用數位音場校正頻響均衡性固然變得更好、但「高音質的魅力度」卻打折扣，例如以相同曲目比

重要特點

- 4歐姆每聲道額定功率高達400瓦
- 持續最大電流輸出能力高達40安培
- 全數位放大、功放與數類轉換同時進行
- 全功率輸出時全頻段諧波失真僅0.05%
- 應用RoomPerfect空間校正技術
- 數位放大精度40bit
- 具備低頻管理能力，可加接超低音喇叭
- 配備三進一出HDMI端子
- 用家可自訂或使用內建的多組原廠調聲曲線

原廠公布規格

●型式：二聲道串流綜合擴大機●額定功率：每聲道400瓦（4歐姆）、每聲道200瓦（8歐姆）●最大輸出電流：40安培●頻率響應：20Hz～20kHz（±0.5 dB）●總諧波失真：最大0.05%（20Hz～20kHz）；THD-N: 1W/8ohm 0.04%；THD-N: 1W/4ohm 0.04%●數位輸入（非同步）：AES-EBU 1組(≤192kHz/24bit)、數位同軸2組(≤192kHz/24bit)、光纖3組(≤96kHz/24bit)、USB Audio 1組 (≤384kHz/32bit, ≤DSD128, DXD) ●HDMI模組（HDMI 2.0b、HDCP 2.2）：HDMI輸出1組（eARC/ARC,PCM ≤192 kHz/24bit）、HDMI輸入3組(PCM ≤192kHz/24bit) ●數位輸出：數位同軸1組（96kHz/24bit）●類比輸入：單端RCA x3、AES/EBU x1●信號比輸出：二聲道類比RCA、二聲道類比XLR、數位同軸、3.5mm耳機端子各一組●尺寸（高×寬×深）：10.5×45×36公分●重量：8公斤●參考售價：269,000元。

PRIME AV

較環繞擴大機的Stereo（有校正）與Pure Direct（無校正）就能聽出差別。除了極少數製品之外，我們都無從得知在數位等化的處理過程中的精度有多高、取樣率有多高，但是從硬體配備的狀況，也能大致觀察到數位音訊處理的精細程度：使用若環繞擴大機只用一枚DSP晶片要負責多聲道解碼與數位音訊處理就不容易做到Hi-Res等級的音質（所以高階機種會配備多枚DSP），TDAI-3400不做多聲道解碼、只要顧好二聲道（最多再加上低頻管理）卻用兩枚Analog Devices第四代SHARC DSP晶片ADSP-21487與ADSP-21489，這不是殺雞用牛刀，而是以更高的演算精度做數位音訊處理，這兩款晶片都能做32位元定點運算或32/40位元浮點運算，而本機是在數位音訊進入DSP電路之後，無論音訊的位元數多寡，先擴張位元數至40bit再進行數位等化，以確保高動態、低噪音性能。

超狂的放大電路：數位音訊進去然後……直接推喇叭！

雖然我前面已列舉本機HDMI、低頻管理與空間校正等三項特別功能，但TDAI-3400真正與眾不同的地方是在電路結構，它採取「真正的數位放大」。我很喜歡Lyngdorf把這部純數位綜擴稱為PowerDAC，也就是「功率數類轉換器」。它繼承了TacT Millennium的DNA，該擴大機是由Lars Risbo設計，後來TI在2000年收購他創立的Toccata Technology，因此Lars Risbo進入TI開發了多款Audio IC，TDAI-3400數位放大電路的核心晶片TI TAS5508C就是其中之一，此晶片能對應最高192kHz/24bit輸入，整個數位音訊處理過程（包含音量控制）介於48至76 bit，處理之後按照原生音訊取樣率做整數倍插補，轉換成384kHz或352.8kHz，最終是以40bit的精度做PWM轉換，所以在數位放大電路前段的PCM轉PWM可視為384kHz/40bit數類轉換，隨後TAS5508C控制每聲道由4枚英飛凌IPD122N10N（持續電流輸出能力42安培的快速切換MOSFET）組成的H Bridge放大PWM的振幅，最後通過被動元件組成的低通濾波器將PWM轉成聲頻信號、驅動喇叭。

您看出本機電路的過人之處嗎？典型的電路型態都是數位音訊做

POINT

實測RoomPerfect音場校正的功效

即使是專業媒體，玩過Lyngdorf擴大機的人不多，有儀測過的人更少，這回藉著評測TDAI-3400的機會，我就想以儀測觀察RoomPerfect的作用，讓各位能從真正的證據去理解、而不是只憑文字敘述去想像，圖中的綠線與橙線是該狀態下左聲道與右聲道的頻率響應曲線，為了利於觀察、我用1/6 oct的smoothing。

請見圖1，這是我把Lyngdorf TDAI-3400的RoomPerfect選在Bypass（不動作）的狀況。雖然我在正式試聽已經花了一些時間擺位，但仍無法避免Room Mode與空間反射對稱性的影響，比較明顯的是在50Hz與80Hz附近各有一個峰，59Hz附近則有一個不小的谷，左右聲道低頻、中頻有某些地方的響應對稱性相對較差，所以說音響玩家們該不該排斥音場校正呢？如果不校正，大多數的音響系統在聆聽位置實測的結果還會比這難看很多，我相信現在民智已開，新一代玩家不會想當鴕鳥而更想知道真相。

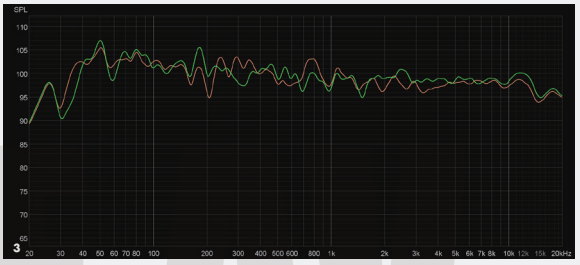


圖2是TDAI-3400的RoomPerfect選在Global的測試結果，與不使用Room Perfect的前者相比，不僅低頻響應峰谷之間的落差小了很多，並且在40Hz以下滾降的極低頻量感也補償不少，所以不只能讓低頻更乾淨、還能改善最低端向下延伸。此外左右聲道響應的對稱性也有改善，這也是音場均衡性與音像定位獲得改善的原因。

圖3則是RoomPerfect選在Focus模式的結果，跟Global相比它的頻率響應更平坦，左右聲道的對稱性也變得更好，因此若玩家想要用Lyngdorf TDAI-3400深刻體驗音樂內容的「原味」，我建議把RoomPerfect選在Focus、Voicing模式選在Neutral。

數類轉換、前級放大、後級放大推喇叭，TDAI-3400卻是「直達車」，從數類轉換到驅動喇叭，沒有DAC、前級與後級，就只用這組384kHz/40bit的「功率數類轉換電路」直接推喇叭，低噪音、純淨無染與高動態性能完全可以預期，並且它在8歐姆200瓦或4歐姆400瓦輸出狀態下全頻段的總諧波失真僅0.05%，推力之強已經能與許多大功率後級對決。

Room Perfect校正音質完全無損、音像「對焦」極為清晰

接著為您報告我先後以TDAI-3400搭配Perlisten S5m / D12s（2.1聲道喇叭）與Pioneer S-1EX落地喇叭搭配綜合的試聽結果。我先說Room Perfect在Bypass（沒有音場校正）、Global（對聆聽「區域」校正）與Focus（可說是針對皇帝位校正）三者的聽感。使用本機Room Perfect校正的Global或Focus聽小提琴奏鳴曲，聲音質地的細膩程度跟未做處理的Bypass模式幾乎聽不出差別，我先後搭配兩組都是配備鈹高音單體的喇叭還聽不出來，這足以證實TDAI-3400所做的空間校正已經達到「音質無損」的程度，這當然是絕大多數具有音場校正機能的音響器材達不到的水準。

在Room Perfect的作用下，就算我花了一段時間調整音像定位與對焦，它仍然能讓結像的形體感變得更清晰，左右兩方的音場對稱性更好。明顯收斂了Room Mode造成特定頻段的駐波，用家可以安心把喇叭靠近背牆也不會有轟鳴，它把低音腫脹鬆散的部分收斂得很乾淨並積極補償頻響陷落的部分，不只是在中頻，就連落地喇叭的低頻凹陷與最低端的極低頻滾降都有填補。

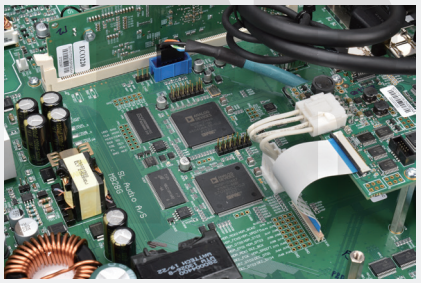
Lyngdorf TDAI-3400電路簡述

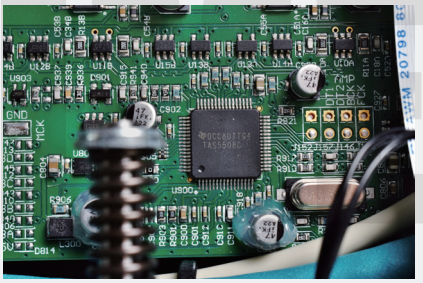
TDAI-3400是一部數位擴大機，內部電路看起來與多數擴大機截然不同，不仔細看完全看不出來是擴大機，請見圖1，原廠把電源電路（在本機左側）、類比信號輸出入（在機內右後方含ADC與DAC）、數位音訊輸入（中央後方）、數位音訊處理電路（在機內中央）與數位放大電路（位於右前方的區塊）全部集結在一整塊主電路板，只把面板顯示、喇叭輸出、網卡與HDMI介面另用子電路板，這不僅讓電路更工整，組裝更省工也讓這部「丹麥製造」的旗艦綜合擴大機的價格這麼合理。

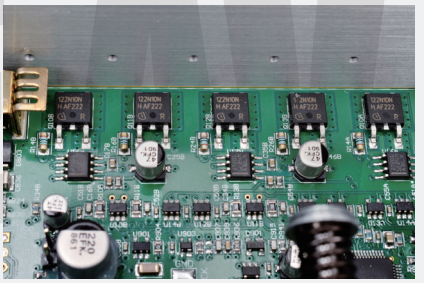
圖2是本機數位音訊處理的核心，這部二聲道綜合擴大機使用ADSP-21489與ADSP-21487兩枚SHARC DSP晶片做數位音訊處理，包含Lyngdorf獨家RoomPerfect空間校正、Voicing（等化調聲）與低頻管理，此電路的運算效能比大部分環繞擴大機還要高，原廠這麼做是為了以更高的精度做運算處理，以確保數位等化之後的音質能更接近未處理的狀態。

圖3是TDAI-3400放大電路的核心TI TAS5008C，DSP處理後的數位音訊送到這裡做bit數擴張、數位音控、取樣率轉換，以40bit的精度轉換成PWM（可視為40bit D/A轉換），輸出PWM信號控制功率MOSFET的開關動作，每聲道用4枚電流輸出能力59安培的英飛凌122N10N組成的H-bridge輸出級放大PWM信號（圖4），最後以被動元件組成的低通濾波器將PWM轉換為聲頻信號、驅動喇叭。

1


2


3


4

它相當強悍，也能很有氣質地展現高解析特性

Room Perfect對低頻的優化對聽感造成的影響我認為是下盤更緊密結實，把肥肉練成肌肉，內勁、彈性與韻律感都有明顯提升，一般說來我們覺得速度快、解析度高的低頻都會顯得瘦一些，而TDAI-3400則是屬於「精壯」的類型，拳拳到肉、在開大音量全頻段驅動落地喇叭的情況下能爆發出可以讓胸口感受到衝擊力。而我從儀測觀察到Room Perfect對頻率響應所的平坦化處理則是從超低音頻段、低頻、中頻、高頻至13kHz附近的超高音頻段，自然地向上延展而沒有收斂柔化。

TDAI-3400純數位放大電路從輸入至輸出都沒有「聲頻小信號」的這段流程（傳統電路則是在DAC之後至前級輸出之間），得以去化聲音信號受到干擾與諧波失真的主要因素，極為寂靜的背景、如純水般清透，抽離了空間對音色的影響且自身沒有絲毫渲染，聆聽者即使以稍微偏低的音量聆聽，仍能清楚聽見微小的質地、相當高的聲音資訊量，很有氣質、溫和平順地表現出高解析特性與聲音的穿透力。

玩家要中性還是要調聲都可以

把Room Perfect選在Focus或Global、將Voicing模式（等化模式）用預設的Neutral（相當於Flat），聲音均屬中性傾向，但於Focus與Global兩者的聽感仍有不同：Focus可以說是「完全中性」就像在錄音試聽著母帶、也像是用頂級鑑聽耳機系統聽無損音樂檔，適合專注聆聽；Global則比較放鬆，低頻駐波的收斂程度沒有Focus那麼大，比較適合一個人以上或長

參考軟體

01 Olivier Latry - Bach, Liszt, Franck, Alkan
02 Helene Grimaud – Memory
03 Fragments Music for Flute & Harp
04 Epica - Live At Paradiso
05 Billie Eilish - Happier Than Ever
06 Simon Höfele – Standards
07 Yuja Wang & Gautier Capucon - Rachmaninoff- Cello Sonata in G Minor, Op. 19
08 鬼影特攻：以暴制暴Netflix
09 Bruch: 1. Violinkonzert · hr-Sinfonieorchester · Hilary Hahn · Andrés Orozco-Estrada YouTube
10 Hania Rani - @arteconcert's Piano Day YouTube

01

02

03

04

05

06

07

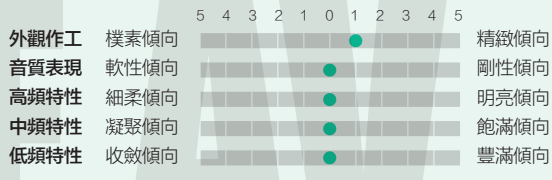
08

09

10

表現力評量

個性傾向評量



時間作為「日常」播放音樂使用。Voicing模式除了Neutral以外還有多種適合音樂與電影的預設模式，用家也可以隨自己的喜好與軟體內容做選擇，若想訂製自己想要的聲音，亦可自訂Voicing模式（自己調整等化曲線）。

最佳推薦

Lyngdorf TDAI-3400的極度中性與純粹，以傲人的性能展現出屬於音樂自身的高貴、優雅、安逸、華麗、溫潤、冷冽、平實、激情、狂放或野蠻，讓用家更直接感受音樂的本質；有HDMI對影像器材的支援，讓用家能利用網路欣賞到更豐富精彩的音樂演出，當我用Sony OLED智慧顯示器播放YouTube上Hilary Hahn與法蘭克福廣播交響樂團演奏布魯赫第一號小提琴協奏曲，數位音訊回傳至TDAI-3400推喇叭，從影像與聲音感受到演奏家驚人的氣場與技巧、好到讓我起雞皮疙瘩：不會吧？這還只是壓縮音訊而已（Opus 160kbps），小提琴的穿透力、聲音訊息量與臨場感真會讓人以為是播無損音樂檔！觀賞串流電影TDAI-3400表現出來的衝擊力與能量感（特別是在有裝高性能超低音喇叭2.1聲道狀態下）足以碾壓多數旗艦級環繞擴大機、只是聲道數沒那麼多而已。

TDAI-3400在我心中是「理想擴大機」的原型，主流音樂內容都是數位，採取數位音場校正直通數位放大能確保我們聽見聲音的正確性，但我為何又說是「原型」呢？因為隨著半導體材料的進化，數位音訊處理、數位放大的位元數與取樣率未來還有提升的空間。以機能性、聲音表現力與力量三方面評估，我認為這款由Lyngdorf原廠設計製作的擴大機能與「一整套」前後級分體的高階音響系統相抗衡，就算價格乘以1.5倍仍然很值得購買，無論以絕對表現與性價比評估，Lyngdorf TDAI-3400都應該獲得我們的最佳推薦。

進口代理 | 百鳴04-2463-7799