

A-15R簡介

鑑於正統純A類的稀有與昂貴，DA&T歷時十八個月完成一台價格平實，性能出眾的純A類綜合擴大機。

我們不能因為平價而隨便設計，這有違設計初衷，為了讓廣大的樂迷都能享受到純A類的醇美我們決定將A-15推向另一個極限。

以運算放大器(O.P.A)為主要電壓放大中心再將放大後完美的訊號加以電流放大，如此簡單的結構成就了A-15不凡的放大性能。

高達300萬倍的電流增益可輕易的將訊號的電流強度增強加上使用JFET與MOSFET使輸入阻抗極高，使O.P.A幾乎在沒有任何負擔的情況下達到實驗室級的性能。

由於O.P.A是可以自由更換(如同更換真空管一般)為了對應某些軍規OP的終極性能，電流增益級的迴轉率變成設計時值得一再講究的地方，我們下足了苦心勢必要把最難的部份做好，終於1000V/ μ s的迴轉率讓聲音活了起來，即使您為A-15更換如：LH0032這個超過1000V/ μ s的軍規OP，A-15的電流增益級依然能輕鬆的對應，讓您聽到超高速放大器純真無之美。

A-15 純A類綜合放大器設計概要

我們常在想該如何讓廣大的樂迷與音響朋友，以最合理的價錢購得一套絕對優質的音響系統？在現今音響市場一套前後級放大器，數十上佰萬已不足為奇，數佰萬的音響器材更是比比皆是，一套下來上千萬的組合還不見得是最頂級的。

反觀大眾消費得起的盡是充斥著劣質與誇大不實的音響商品，於是我們常看到某某床頭音響標榜著斗大的字樣3000瓦，甚至5000瓦，也常看到號稱鋼琴烤漆的落地喇叭，居然用四根手指頭就能輕易移動！結果就是消費者購買回去之後一陣子(過了新鮮期)便不常使用，甚至變成居家擺飾品，因為這些音響商品所播放出來的聲音無法讓使用者滿意，甚至覺得吵雜。也就如此愈開愈小聲最後乾脆關掉。

妥協與不妥協之間

誠然！！ 要把聲音品質做好不容易，何況在有限的成本限制之下，想要完成優秀的作品更是難上加難，畢竟高級音響產品僅能算是小眾市場不可能大量生產以量制價，難道這就是高級音響的宿命？如此惡性循環之下越來越貴、越來越少人用得起？

於是我們決定打破原有的思維邏輯，在妥協與不妥協之間找出一個平衡點，首先為了能擁有絕對優秀的重播品質，我們必須開發出既單純又同時兼具超高性能的線路架構，放棄不必要只為奢華的浪費。

在漫長的思索過程中我們陸陸續續訂出一些A-15的原始概念：如純A類工作，將失真降到最低，可以容易的更換零件滿足聲音再升級的需求，設定適用合理的輸出功率，捨去可能一輩子都用不到的功能，外型的设计必須同時兼具合理與創意.....

經過不斷的討論、更正、修改、測試、聆聽、十八個月之後，A-15的雛型終算完成，我們興奮地迫不及待想告訴大家，一部為純音樂而誕生的A-15將與您見面。

值得一再深思的設計觀念

在解說A-15的設計概要之前，我們想先針對坊間現今流傳的一些觀念提出我們的看法，給大家做個重新思索的參考。

近些年來，音響業界流傳著許多(新)觀念，我們也常在一些文宣或評論中一再看到這些設計觀念的被運用，他們所說的是真的嗎？這些新觀念全然都是對的嗎？是好聲唯一途徑嗎？

線路愈簡單聲音愈好？

當今複雜的線路結構幾乎已被認定是聲音劣化的原罪，然而電子線路設計師為何要使線路變得複雜？難不成他們不懂？

事實上當一種線路結構無法滿足設計師的要求時，設計師便會使用一些線路技巧或補強其線路結構以求得他想要的特性，線路開始變得愈來愈龐大，問題也從這裡開始。例如：單一

個電晶體所構成的C C (共集級)放大器，因為米勒效應的關係其頻寬會受限，如果將CC放大器與CB(共基)放大器相結合組成所謂的串疊放大器，由於米勒效應被大幅的降低所以其頻寬會比原來的CC放大器好上很多，還有，一個簡單的電源電路僅做整流濾波，其漣波因數是很高的，這些漣波有可能被放大輸出，為了使電源更乾淨，所以加上了穩壓電路，如此漣波就可以大幅降低，聲底也會愈乾淨.....

表面上來說補強之後的線路，似乎都使特性變好了，但聲音確不見得全面變好，因為太多級放大，使相位開始漂移，導致線路變成有條件的穩定，也間接增加了許多高頻失真。穩壓器雖然可以使漣波變得乾淨，但也可能增加了電源內阻，導致聲音有被壓縮的感覺。

既然如此線路補強之後不會比較好，那不補強豈不更好？這是後來很多人的看法，事實上事情沒那麼單純，簡單的結構必須仰賴極優秀的零件才有可能獲得較好的放大品質，甚至有些問題即便使用再好的零件，也不可能改變其先天架構的缺陷。例如：某一知名的放大器，其架構為兩級放大，(一個差動放大加上一個功率放大)經分析其線路並考究其使用之零件，發現其電壓增益不會是問題。但電流增益可能是一個盲點，兩級放大的電流放大率可能僅在數千倍之間，這樣的電流增益對前級而言可能是個較重的負擔，也可能使前級增加失真。

以上這幾個簡單的例子，只是放大器設計常見問題的冰山一角，不過它卻透露出一個重要的訊息，一味的要求特性不見得可以使聲音品質全面提升，一個優秀精妙的設計是必須經過審慎精密計算的，更重要的是，設計者必需完全清楚他在設計什麼，必竟設計一部發射機與設計一部音頻放大器，其考量的基礎是不一樣的，這也就是Technology 與Now How最大的差異。

零件愈少聲音愈好？

很多人認為多一個晶體就是多一個污染，多一個電容就是多一個限制，多一個電阻就是多一個壓縮.....

那麼到底零件要多麼少才是最好？零件少真的比較好嗎？昂貴的零件真的可以使聲音等值的提升嗎？

一般而言零件使用的多寡取決於放大架構的複雜與否，先前我們提到複雜線路幾乎被認定是使聲音劣化的原罪，因此連同看到PC板上滿滿的零件也被認定是複雜線路，每個人心裡開始盤算著訊號經過這麼多零件，聲音肯定被嚴重的污染、壓縮。

事實上並不是每一個零件都會流過聲音訊號，有一部份零件是在提供主放大器有更良好的工作條件，有一部份則是使線路更穩定。他們沒有絕對的立場使聲音變好或變不好。

零件確實會改變訊號，零件與零件間各別特性的交互影響確實會使問題變得更複雜，這並不代表零件少問題就會少，反到是零件少先天因素已決定一切，無法透過修正使失真降低，結果我們聽到的是染色嚴重的聲音(有些時候人們是比較能接受有音染的聲音)，如全對稱與非對稱線路在同樣放大級數之下，全對稱顯然要比非對稱的零件多上許多，在失真方面只要經過配對，全對稱的失真也比非對稱低上許多，然而在實際聽感上，非對稱由於偶次諧波失真較多，反而讓人感覺聲音具有韻味，更令人討喜。最後的決定權將操控在消費者，到底是要低失真的原汁原味，還是帶有一些美麗失真的韻味。

至於昂貴的零件其特性不見得就是好，也不見得就適用。唯一可以肯定的是比較有身價，能創造出更多附加價值。但不可否認有些零件的確非常好也非常貴，只要懂得運用確實能有更上層樓的效能。重點是要懂得運用才能夠紅花綠葉。

完全無負回授

講到負回授這個字眼肯定很多人會說最好就是沒有負回授。然而這對線路設計師而言，肯定是一項頭大的問題。沒有負回授放大線路可以正常工作嗎?負回授真有那麼罪過嗎?

相信現今音響界沒人會再標榜負回授的好處了，因為它似乎早已惡名昭彰。說到負回授我們不禁要想有多少消費者甚至評論員了解其真正奧義。在這裡我們無法用微電子學的方式來說明，必竟那非數十堂課能解決的課題。簡單來說：具有放大功能的主動元件，為了達成期望的放大性能，將輸出訊號與輸入訊號相比較，並取得適當的比值，再將此比值運用線路技巧與數學運算置於線路回路中。

因此回授的方式有很多種(在微電子學中將這些回授方式歸納成四大種類)又音響放大器往往不會只有一級，因此除了每一級可以自我回授也可以多級一起回授、更可以單級與多級同時均回授。

簡而言之，放大器如果沒有負回授則放大器將處於元件特性的極限狀態，也就是接近開關的狀態。其實這並非音響放大器所能使用的，而音響業者聲稱的無負回授大多是指狹義的部份，也就是從最末級回傳到最初級的這個回授路徑，換言之線路本身還有其他回授方式。

沒有幾家公司會像K牌公司直接在技術手冊載明負回授8dB，它的線路複雜度與零件使用量也是高的嚇人，似乎沒有人會說它不好，唯一覺得不好的可能是一套550萬的售價，令人難以親近。

我們要說：

負回授不是原罪，不良的線路設計導致放大器內部已產生嚴重失真、相位嚴重漂移、頻寬嚴重不足.....。

偷工減料的想要利用負回授一併解決，結果得到的是更悽慘的下場，必竟負回授不是萬靈丹。

真空管比晶體好，晶體又比IC好？

關於這點可能有很多資深音響玩家不見得認同，但不否認有大多數人是這麼認為：IC怎麼比得上真空管的聲音！半導體、IC制品的聲音真有這麼差嗎？

真空管有一個非常特殊的優點與非常特殊的缺點，這是真空管在聲音部份能屹立不搖的主因。

一是非常高的輸入動態範圍，一是大量的偶次諧波失真。另外一個與聲音無關的特點也是主要賣點：幾顆會發亮的燈泡，而且還可以發出聲音，有點不可思議，但不管如何外型就是美。

真空管的高輸入動態範圍，半導體幾乎難以比擬，除了JFET、MOSFET可約略抗衡之外，Bipolar雙極性電晶體根本免談。輸入動態愈高聲音將呈現愈飽滿。另外真空管的缺點：很高的偶次諧波失真，雖然是缺點，但卻賦予聲音有更多老老的韻味，其實這也是一種美。

奇怪？時代愈進步怎麼會愈做愈差？其實不然，真空管做得到的，半導體在有深厚技術的設計師手上一樣能做得非常好，甚至更好。至於半導體辦得到的真空管則可能有很大的困難，如數十伏特的高迴轉率、相當低的失真……想想！！在現今音響世界是不是最頂級的放大器，幾乎都是半導體製品。

至於IC，很多人會嗤之以鼻，但我們希望大家用另外一個角度來看IC，IC是在同一晶片中同時製造多個半導體使之成為一個積體電路，理論上由於在同一晶片上製造，所以每個半導體的參數可以做到很接近(比配對還準)，又晶片本身非常小，所以個半導體間的距離短到用顯微鏡才看得到，淺佈電容與雜散電容，這些不要的東西更是小到不可思議……在這麼多優勢都集合在IC身上，您還認為IC不好嗎？

IC的種類非常多，我們要討論的運算放大器(O.P.A)就是其中一類，事實上OPA早在1979年NS這家半導體公司，就曾發表一顆迴轉率高達1000V/us 以上的LH-0032與6000 V/us 的Buffer(緩衝器)，這種恐怖的規格時至今日，分體式晶體想達到恐怕還是一件難事，何況27年前，IC就已經辦到了，所以IC可說是實不為也，非不能也。

不過大家會認為IC不好也不是沒有原因，首先這些高規格的IC許多是用於航空、軍用，所以一般商家是買不到的，要不然就是貴的很，就LH0032而言在當時數千元一顆，如果向原廠(NS)訂貨一次還得買個數K(千個)，可想而知沒有幾家廠商用的起。由於無法接觸這些高規格IC，大家僅能聽到普通如4558之類迴轉率僅2V/us的IC，無怪乎大家會認為IC的聲音不好，在當時能用到NE5534(迴轉率約13V/us)已算是相當迷人了，想想西德某M牌就是用NE5534為放大中心，製造出一部驚為天人的前級，當時要價48萬，似乎沒有多少人會說不好聽。

所以請大家放下成見，其實不管是IC、晶體或真空管都可發出迷人的聲音，問題還是在於設計師是否有足夠的內涵與功力把元件特性發揮出來。

單純的線路架構，極度要求的高性能：

我們不能因為平價而隨便設計，這有違我們的初衷，所以我們決定把A-15推向一個極限，除了電壓增益的IC可以選配之外，後面的電流增益級才是重頭戲。

這個簡單到不行的架構就是A-15的主要放大概念， A_v (GAIN)指的就是以OPA為中心的電壓增益級，而AI(BOOSTER)則是一個高輸入阻抗、高迴轉率、高電流增益的純A類電流放大器。

我們刻意將電壓放大與電流放大完全分開，這樣可使OPA處於最佳的工作狀態，並且不會因為太多級回授產生的相位漂移，造成不穩定現象。而AI部份則處於隨藕器狀態，沒有電壓增益，又是純A類，因此頻寬幾乎可以直達半導體的標稱規格，並且幾乎不會產生不必要的失真。簡而言之此架構也就是一個標準的終端無負回授式的功率放大器。

關於電壓增益級(AV)

OPA運算放大器是這裡的主要中心，用晶體或FET一個一個推砌起來的電路，固然可以達到相當理想的特性，但線路勢必複雜很多，成本及工時也勢必居高不下，因此我們決定用IC來取代，誠如前面所言，良好的IC其性能一樣不可小覷，但設計時我們卻遇到一個小問題，那就是OPA有分Single與Dual，也就是單OP與雙OP，這兩種OP其外型雖一樣但接腳卻大不同，一開始我們真不知該以何為主，最後經討論我們決定讓它兩者都能使用，於是我們再規劃PC板時，將兩種IC一起劃上去，您可以在PC板的正中央看到左右各3只IC座即是，也就是說不管您手上的OP是單OP或雙OP，只要照著PC板上的指示插即可。值得注意的是不可以單OP與雙OP同時插入使用。

OPA的選擇：

成本上的考量隨機附贈的OP是德州儀器出品的TL072，其迴轉率有13V/us，不算很好但也不差，您可自行購買其他OP作為升級替換，以求得更好的性能與聲音，以下我們列出一張表格，這是我們已測試過，確定可以使用的OP，有興趣您可以自行試著超級比一比。

您將發現許多樂趣，不過我們在此強調！！更換時一定要將電源關閉或由技術人員替您更換，以免造成燒毀的可能。

SINGLE 單OP	SLEW RATE	DUAL 雙OP	SLEW RATE
HA17741	1V/us		
RC4558	1.6V/us		
TL061	6V/us	TL062	6V/us
TL071	13V/us	TL072	13V/us
TL081	13V/us	TL082	13V/us
OPA27	1.9V/us		
OPA37	11.9V/us		
OPA132	20V/us	OPA2132	20V/us
OPA604	25V/us	OPA2604	25V/us
OPA627	55V/us		

PS.當您意圖更換未列於上表的OP時請務必先告知我們，我們將進行審核與測試，以確認您所指的IC是否能相容。

關於電流放大器(AI)

AI是A-15另一個重心所在最精采的設計也在這裡。

OP的輸出電流一向不大，約在數mA到數十mA之間，雖然OP有數十mA的輸出能力，但使輸出的電流愈大一般而言OP的失真也愈大，因此在銜接OP的輸出也就是AI的輸入級，我們把輸入阻抗上調到100K，換言之OP所輸出的電流僅需0.155mA，如此OP可在非常輕鬆低失真的狀況之下快樂工作。

一方面這個輸入級，除了要有高輸入阻抗，更要有高的輸入動態範圍，以及低輸入電容。在這裡我們試過各種可能的阻態與零件，最後我們還是選擇了比電晶體貴上數倍也較難取得的JFET，雖然貴但貴的很值得。

FET有很多優點但電流增益卻不若雙載子電晶體理想，因此推動級我們則採用2SA1837與2SC4793這對高增益，高Ft(截止頻率)200Mhz的中功率作為主要推動級，至於功率級MOSFET則是A類放大工作極理想又穩定的零件，然而MOSFET就是比晶體要貴上許多，不過套一句老話，貴的值得。

整個完成後的電流增益級其電流增益超過參佰萬倍，如此高的電流放大倍率也代表著輸入一有微弱的訊號變化，輸出均能快速適切的反應在喇叭上。因此傳給喇叭的每一個音符，都是飽滿活躍的。

當然整個AI級要求的不只如此，由於AV級OP的使用有可能是非常高性能的如：LH0032 $SR \geq 1000V/us$ 。所以AI級必須能夠完全對應，否則性能將大打折扣。要將迴轉率做到超過1000V/us。對分體式元件而言絕非易事，這須要相當優秀的零件與正確的線路架構。值得高興的是A-15辦到了，我們下足了苦心勢必要把最難的部份做好，超過1000V/us的迴轉率讓聲音活了起來讓音樂情感完全釋放。

至於純A類的低失真我們想無需再太多解釋(有興趣的朋友請參考A-50一文)。純A類所產生的熱幾乎是一個穩定值，不會因為音樂訊號的大或小而改變。我們不想運用小技巧來製造美麗的失真，必竟聲音的原貌才是最具穿透力的。

關於15W

這個功率輸出值或許很多人會懷疑，會不會太小了推得動落地喇叭嗎？資深的音響迷會告訴您，純A類15W夠了。

站在設者的角度我們有必要把為何設計成純A類15W做個說明。首先！純A類的低失真是我們想努力保留的特點，換言之如果不是為了純A類，A-15要做到150W都不成問題，然而功率愈高對實際的播放品質並不會有絕對正面的提升，再考量一般家庭聆聽音樂的使用，搭配效率90dB以上的喇叭已能夠產生足夠的音壓。

功率是提供音壓大小的保證，推不推得動喇叭則是電流的問題。A-15所使用的環型變壓器有足足400VA的能量，應付15W所需的電流絕對綽綽有餘。

如果要保留純A類又要高功率，那肯定與原本的構想有著天壤之別。體積、重量、成本、製造難度都增加好幾倍……，想想A-50它是純A類50W。

再者，A-15的電壓增益是以OP為中心，為了使OP能工作於單純的放大狀態避免產生不必要的失真，我們放棄追加一些功率而帶來的缺點，如此A-15得到了更完美、更令人動容的重播表現。

實際聆聽A-15搭配效率89dB的落地喇叭或許您會驚訝，這哪是15W而已，如果這只有15W那某某床頭音響號稱5000W會是如何？