

開放式音訊：因應 AR/VR 應用的增強型高品質解決方案

隨著 AR 和 VR 的普及率不斷提高，設計人員開始尋求將開放式音訊技術作為一種新的聲音播放解決方案。本文將討論如此新穎外型設計的應用場景和優勢及相關挑戰，並重點介紹可為此類產品增強音訊性能的技術。

■作者：Ryan Boyle / ADI 產品行銷資深工程師

引言

如今，耳塞和頭戴式耳機已融入我們生活的各個層面。人們在走路、跑步、工作和接電話時，都可能會佩戴相關的裝置。雖然耳塞和頭戴式耳機為聆聽音樂、Podcast、有聲書和接打電話提供了便利性，但隔絕周圍環境的聲音也可能帶來問題，例如無法聽到駛近的車輛或他人的呼喚。為解決此方面的問題，再加上對擴增實境 (AR) 和虛擬實境 (VR) 眼鏡的需求不斷成長，開放式音訊技術已經越來越受歡迎。

圖 1：眼鏡鏡腳中嵌入喇叭的智慧眼鏡。



什麼是開放式音訊？

開放式音訊裝置通常是指不會擋住或遮住耳朵的個人音訊播放產品。這些裝置允許外界雜訊穿過，使用戶能夠聽到周圍環境的聲音，保持

對環境的感知。智慧太陽眼鏡、配鏡眼鏡及各種 AR 和 VR 頭戴式裝置已採用此種技術。在典型的應用中，微型喇叭安裝在眼鏡鏡腳或 VR 頭戴式裝置上，聲音是從上方直接傳導到耳朵。

開放式聆聽有許多優勢。例如，騎自行車時可以聽到周圍交通工具的聲音，進而降低事故發生風險。此外，長時間使用耳塞或頭戴式耳機會感到悶熱或耳朵疼痛，開放式聆聽技術能夠消除這種不適感，防止身體疲勞。如果設計得當，開放式音訊裝置既能為使用者提供卓越的音質，又能有效控制聲音外洩，減少對周圍人的干擾。此外，與人交流時，無需摘下頭戴式耳機或耳塞，讓溝通更加流暢自然。接聽電話也變得更加自然，因為耳朵未被遮擋，用戶能夠同時清晰聽到外部聲音和自己的講話。傳統的耳塞和頭戴式耳機依賴麥克風將使用者的聲音透過喇叭傳回（有時稱為側音），以便用戶可以聽到並調整自己的聲音，避免聽起來不自然或太小聲。試著用手指堵住耳朵說話，你會發現很難聽清自己的聲音，而且聲音變得非常低沉模糊。即使是一些優秀的耳塞設計，也很難解決此一問題。然而，開放式裝置沒有這種困擾，因為它不會堵塞耳朵。

開放式音訊的應用在三個關鍵應用場景中顯著增加：VR 頭戴式裝置、擴增實境 / 混合實

境 (AR/MR) 眼鏡、音訊 / 智慧眼鏡 (圖 2)。在 VR 領域，許多製造商已採用開放式解決方案來縮減頭戴式顯示器 (HMD) 的尺寸、重量和複雜性。如此整合後，便無需外部頭戴式耳機。蘋果公司 (Apple) 最新發表的 Vision Pro 配備複雜的開放式音訊系統、空間音訊整合和 3D 耳朵映射，展現了此一領域的進步。現在，VR 頭戴式裝置能夠使用鏡頭觀察外面的世界，因此聽到周圍環境聲音的能力變得非常重要；我們可以預見，開放式音訊將成為常用的解決方案 (圖 3)。

就 AR 眼鏡而言，開放式音訊是整體體驗的重要組成部分。如果沒有音效，光有視覺效果的沉浸式混合實境體驗就不完整。透過利用頭部追蹤功能進一步改善空間音訊，沉浸式體驗的可信度將得以提升。此外，在企業和工業應用場景中對音訊則是具有特定的要求，因為這些應用場景通常處於嘈雜且聲學條件嚴苛的環境中，例如生產廠房或汽車修理廠。在這些環境中，保持對環境的感知同時清晰傳達資訊非常重要。

在不久的將來，具有嵌入式麥克風和喇叭的眼鏡將成為常見的應用場景。透過此種外型設計，使用者能夠快速存取語音助手、無縫接打電話和播放音樂。如果具備影像錄製功能的眼鏡逐漸普及，開放式音訊播放也將隨之成為標配功能。不難想像，音訊眼鏡在未來將無處

圖 2: 未來的智慧眼鏡將整合許多視覺和音訊功能。



不在，可能接下來十年內就會成為主流。

開放式音訊技術具有諸多優勢，但也帶來了一些難題。頭戴式裝置需要重量輕，並提供持久續航，以便長時間使用。在音訊訊號路徑中，效率變得非常重要，尤其是當加入影像錄製或視覺顯示等耗電量大的功能時。此外，這些裝置在公開場合佩戴時需要具備時尚感和吸引力，應該能夠便捷地進行充電，尤其是對於配鏡眼鏡。此外，由於耳塞在音訊性能方面設定了高標準，因此消費者期待同樣高水準的音質體驗。

開放式音訊設備所面臨的聲學難題顯而易見，但解決起來並非易事。由於其喇叭不像頭戴式耳機或耳塞是封閉的，有時可能離耳朵較遠，因此在自由空間裡可能會損失低頻能量。此外，它們比典型的頭戴式耳機放大器需要更多的功率，因此需要使用不同的音訊放大器系列。工業設計方面的考量也非常重要，因為如果將喇叭放置得較遠，周圍的人將更容易聽到聲音。

圖 3: 更高品質的音訊能夠大幅提升沉浸式 VR 體驗的效果。



ADI 提供了一系列具有適當規格和特性的音訊放大器，可滿足上述許多需求。此外，ADI 為開放式音訊提供系統解決方案，包括語音演算法¹、電池管理、充電產品²，進而有效應對上述難題。為了充分提高音訊性能，必須在精巧的封裝中使用具有卓越效率和高功率的喇叭放大器。實現電流和電壓 (IV) 回饋 (即追蹤經

過喇叭的電壓和電流)是優化小型喇叭性能的另一種方法。獲得專利的ADI喇叭保護演算法可利用喇叭IV資料來進一步增強系統中使用的微型喇叭的性能。

兩種方法：數位隨插即用放大器和智慧放大器

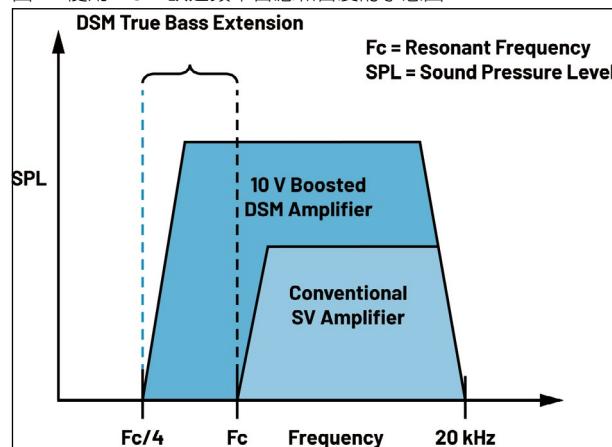
MAX98361是ADI提供的一款隨插即用型D類放大器，可協助產品設計人員快速創建高品質音訊解決方案，無需進行I²C編程。這款產品兼具類比放大器的簡單性與數位輸入放大器的性能和效率。在智慧眼鏡專案中，如果音訊設計不是主要關注點，此款放大器將是理想之選，所需的專業知識極少，使用門檻低。此外，這款產品本身支援多通道TDM音訊，可在每側放置多個喇叭³，以獲得更多控制和沉浸感。

其他解決方案包括智慧D類和D/G類放大器。這些放大器利用晶片IV回饋ADC來準確判定微型喇叭的熱量和振幅限值。有了這些資訊，便可安全地讓喇叭在超過額定參數的情況下運行，而不會造成損壞。ADI並提供一套演算法，統稱為Dynamic Speaker Management(DSM)解決方案，可根據IV資料優化喇叭性能。DSM已整合到各種常用SoC中。

MAX98390是其中一款放大器，具有內建數位訊號處理器，可將這些演算法直接整合到放大器本身，減少了主機處理器上的MIPS負載。此款放大器可使用具有直覺介面的配套軟體DSM Sound Studio進行編程，進而實現快速調校，並帶來顯著的提升效果。

根據應用，MAX98390可將低頻下潛深度增加多達兩個八度，並實現2.5倍響度(圖4)。此外，這款放大器具有卓越的功耗表現⁴，滿足升壓型D/G類放大器的要求。而且其具有感知功率降低(PPR)特性，可在不影響音訊

圖4：使用DSM改進頻率響應和響度的示意圖。



保真度的情況下，將效率進一步提高25%。MAX98390為系統設計提供了彈性，配備具有包絡追蹤功能的可編程升壓轉換器，以達到理想效率。

ADI最近並推出了MAX98388，這是一款專為AR/VR和智慧眼鏡應用設計的新型D類放大器。此款放大器整合了IV回饋以實現智慧放大器特性，且效率高達90%。

結論

無論您是要開發整合喇叭的眼鏡來為客戶提供卓越的音訊體驗，還是設計要在吵雜環境中大音量播放的工業混合實境眼鏡，市面上正湧現越來越多經過優化的解決方案來一一滿足您的需求。要想在精巧尺寸設計中大幅提高性能，具有IV回饋和喇叭管理演算法的智慧音訊放大器將是理想的選擇。其他新興技術，例如並行電池管理IC⁵、用於語音處理的低延遲音訊數位訊號處理器⁶等，也將協助推動VR/AR和其他開放式音訊形式的普及。這些新興技術有助於增加運行時間並大幅減少停機時間，使用戶在遭遇中斷後能夠快速恢復聆聽。音訊技術的未來就在前方，並且讓使用這更隨心所欲地使用。 **CTA**