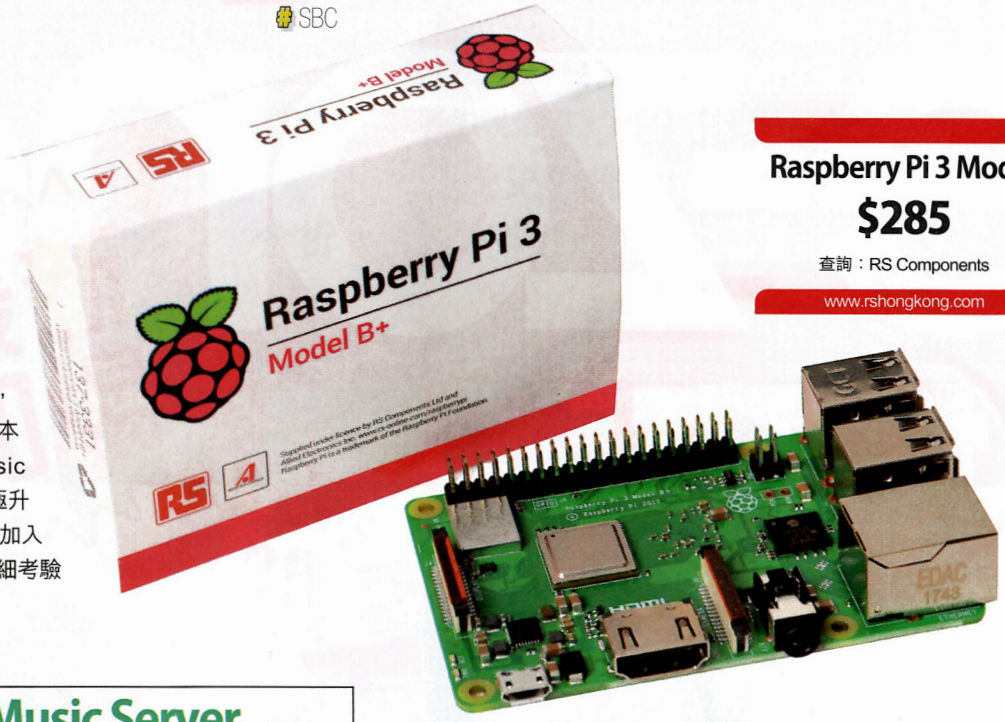
售 $285 的 Raspberry Pi (樹莓派)，是一部功能完整的四核心小型電腦。由於 CAS 盛行，針對 Raspberry Pi 的音響模組，功能愈做愈出色，甚至採用 OLED 彩色顯示屏，內建耳機、喇叭擴音等，成本約 $2,000 便能自砌超迷你 Music Server。今次，e-zone DIY 終極升級 Raspberry Pi 3 Model B+，加入 NanoSound Player 2 模組，詳細考驗其音質。



Raspberry Pi 3 Model

$285

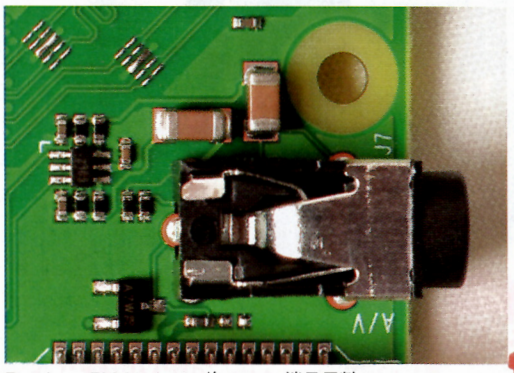
查詢：RS Components

www.rshongkong.com

DIY 袖珍 Music Server

Raspberry Pi 面世後即爆紅，由於是針對學術用途，故 Raspberry Pi Foundation (樹莓派基金會) 將歷代 Raspberry Pi 售價維持約 $300。每新一代的定價沒大變，但規格及效能卻持續升級，Raspberry Pi 第二代提升至四核心，最新第三代 Model B+，更升級至 64-bit Cortex-A53 微架構處理器，1.4GHz 四核心、1GB RAM，並整合 IEEE 802.11ac Wi-Fi，規格及效能媲美入門級智能裝置。

Raspberry Pi 2 Model B 綫路設計成型之後，後繼新款如 Raspbery Pi 3 Model B 及 Model B+，綫路布局維持相同設計，表面焊設 40-pin GPIO 擴充針腳，不少廠商陸續推出對應的音效升級模組。早期的音效升級模組，純粹追加音響常用的 RCA「紅白插」，用以接駁擴音機或揚聲器系統；但 D/A (模擬 → 數碼) 音訊解碼工作，Raspberry Pi 只倚賴 Broadcom BCM283x 處理器的內建音效單元，最高僅支援 16-bit / 48kHz 音訊取樣率 (Sampling Rate)。



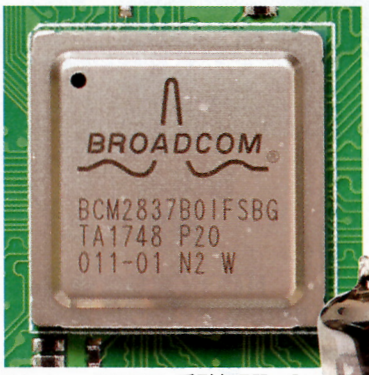
較早期的音效升級模組，提供 RCA 模擬端子，即使板載 DAC 晶片，元件亦非常簡單。

Raspberry Pi 3 Model B+ 的 3.5mm 端子用料，較上一代更簡化，壓降綫性穩壓元件僅焊上 1 顆，只達到「有聲出」能力。

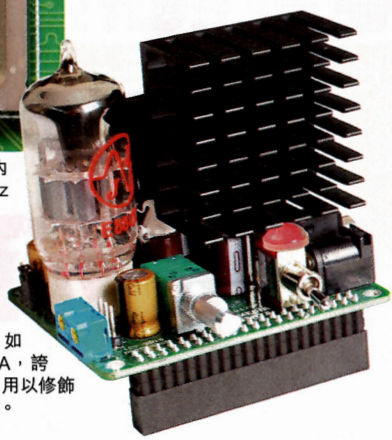
升級前後級

惟若要播放 24-bit / 96kHz 及 24-bit / 192kHz 高清音響檔案，Broadcom BCM238x 處理器只能以「Downsampling」(降頻) 方式播放，對音響玩家當然「不收貨」，故適用於 Raspberry Pi 的音效升級模組，功能愈來 Hi-Fi，譬如加入獨立 DAC (數碼 → 模擬音訊轉換晶片)，電容、MOSFET 等亦非常講究。今次測試的 NanoSound Player 2，發展至「D/A 解碼 + 耳機 / 揚聲器擴音」集於一身。

它是由香港公司 NanoMesher 出品，在 Kickstarter 眾籌平台取得成功後，改為大規模量產。NanoSound Player 2 套件由「DAC Pro 2」及「Amp^2」兩部分組成。「DAC Pro 2」負責 D/A 解碼，具有 RCA 輸出端子，可看成是前級 (Pre-amp)；「Amp^2」則負責功率放大，提供 3.5mm 耳機端子及喇叭綫插座，可看成是後級 (Power Amp)。NanoSound Player 2 套裝售價，最低消費 US$214 (約 HK$1,669) 起，至於 Raspberry Pi 3 Model B+，香港代理零售價 $285，故毋須 $2,000 便能 DIY 袖珍 Music Server。



Broadcom BCM238x 系列處理器，內建音效單元只支援最高 16-bit / 48kHz 訊號，不符合高清音響播放要求。



少數個別模組如 Pi2Media 503HTA，誇張地使用真空管，用以修飾人聲，定價逾千元。

解碼功放合體 NanoSound Player 2

DAC Pro 2 前級

音訊經過 Raspberry Pi 3 Model B+ 的 40-pin GPIO 輸出，D/A 解碼由 NanoSound Player 2 負責進行，完全 Bypass 略過 BCM283x 處理器的內建音效單元。DAC Pro 2 屬於同廠第二代產品，使用 TI Burr-Brown PCM5122 DAC 晶片，原生支援 24-bit / 192kHz 音訊解碼；左、右聲道各焊上 2 顆德系 WIMA 交連電容 (Cross-linked Capacitor)。相比第一代 (DAC Pro)，第二代新加 2 顆 Oscillator (晶體振盪器) 晶片，時脈分別 22.5792MHz 及 24.576MHz，為 DAC 提供音訊參考時鐘 (Reference Clock)，提升 44.1kHz / 88.2kHz / 176.4MHz 及 48kHz / 96kHz / 192kHz 取樣頻率準確度。另有 2 顆 Omron G6K 繼電元件 (Relay)，過濾關機時的瞬間高功率，保護耳機及揚聲器。

DAC Pro 2 正面設 1.5 吋、128 x 128 解像度 OLED 彩色顯示屏。焊設 RCA 模擬輸出端子，Play、Pause、Fwrd 等按鍵。相比上代，今次新加音量旋轉掣，並提供原裝遙控器，操作跟迷你音響無異。另外，設獨立 microUSB 電源輸入，火牛規格要求 5VDC、2.0A 至 2.5A。作業系統方面，可自由選用《Volumio》、《RuneAudio》、《OSMC》或《Pi MusicBox》等免費作業系統，支援播放 WAV、FLAC、ALAC (Apple 無損編碼)、MP3、Vorbis Ogg 等主流檔案格式。

Amp^2 後級

Amp^2 則是 DAC Pro 2 額外配件，面積僅 6.4 x 3.8cm，屬於袖珍 Class-D 功放，板載美系 Pericom PAM8406 Class-D 功放晶片，支援雙聲道 5W + 5W @ 2Ω 或 3W + 3W @ 4Ω 功率輸出，足夠驅動小型揚聲器單元。每聲道各設 1 顆可變電阻，用以微調左、右聲道增益 (Gain)，並設有喇叭綫插座。另外，Amp^2 設有 1 組 3.5mm 端子，可充當「耳擴」(耳機擴音機) 之用。它同樣焊設 Omron G6K 繼電元件，可見廠商非常重視保護器材。

SPEC (NanoMesher NanoSound DAC Pro 2)

●最高播放取樣格式：24-bit / 192kHz PCM ●訊噪比：最高 112dB ●DAC 晶片：TI Burr-Brown PCM5122 x1 ●Op-Amp 晶片：N/A ●其他晶片：TI TPS7A4700 超低雜訊穩壓元件 x1 ●處理器：Atmel ATtiny85 x1 ●模擬輸出端子：RCA x1、3.5mm 耳機 x1 ●電源輸入：2 組 microUSB，5VDC 2.0A 至 2.5A ●支援作業系統：《Volumio》、《Kodi》、《Pi MusicBox》、《RuneAudio》等

SPEC (NanoMesher NanoSound Amp^2)

●功放晶片：Pericom PAM8406 (Class-D) ●揚聲器功率輸出：5W + 5W @ 2Ω，或 3W + 3W @ 4Ω ●耳機功率輸出：12mW + 12mW @ 20Ω，或 11mW + 11mW @32Ω ●電源輸入：從 NanoSound DAC Pro 2 取電

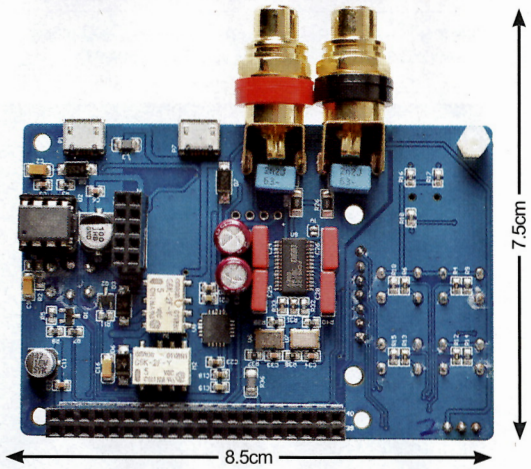
US$214 (約 HK$1,669)

(NanoSound DAC Pro 2 + Amp^2 + 16GB microSD、5VDC 2.5A 電源供應器)，運費另加 HK$29

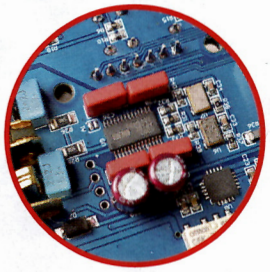
查詢：NanoMesher

https://nanomesher.com/store/NanoSound-Player-2-Kit-p136819452

NanoSound DAC Pro 2 綫路

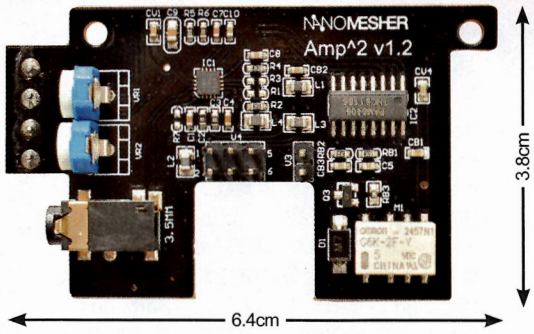


1.5 吋 OLED 彩色顯示屏，支援 Unicode 字元，可顯示中、日、韓等多種文字。

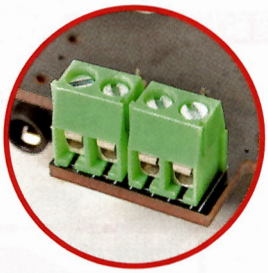


TI Burr-Brown PCM5122 DAC 晶片，紅色是 WIMA 交連電容，屬於音響級用料。

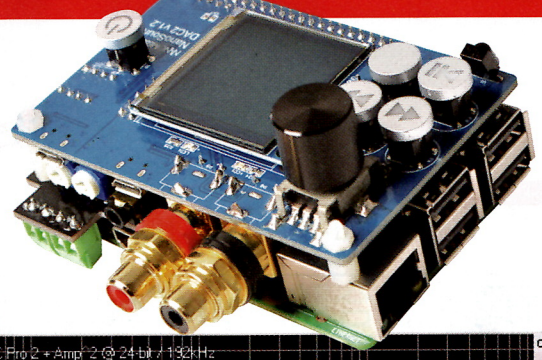
NanoSound Amp^2 綫路



Pericom PAM8406 Class-D 功放晶片，可驅動小型揚聲器，或頭戴式大型耳機。

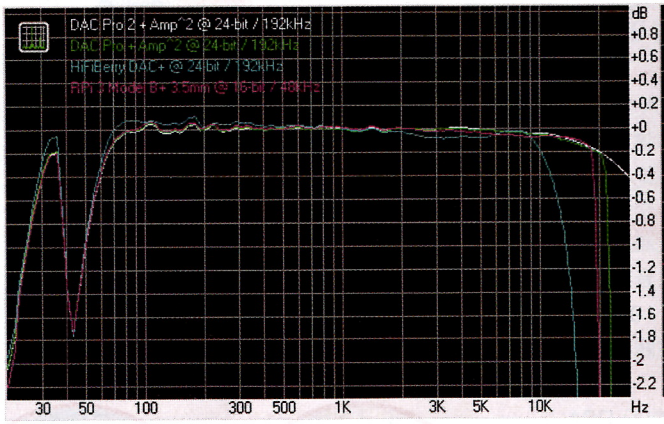


俗稱「簪玉」的夾綫插座 (Terminal Block)，透過「一字批」螺絲起子收緊喇叭綫。

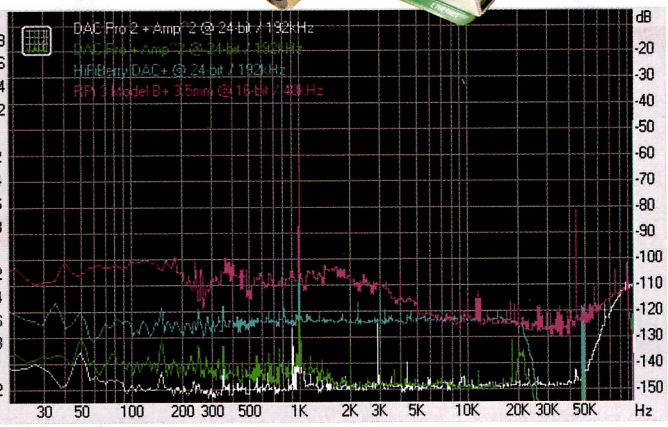


音質大比拼

測試平台： ■ SBC：Raspberry Pi 3 Model B+ ■ 儲存裝置：SanDisk Extreme PRO microSDXC 32GB ■ 作業系統：《Volumio 2018-04-23》



頻率響應 (Frequency Response)



動態範圍 (Dynamic Range)

Test 01
RMAA 模擬音質測試

測試結果

音響模組	NanoSound DAC Pro 2 + Amp^2	NanoSound DAC Pro + Amp^2	HiFiBerry DAC+	Raspberry Pi 3 Model B+ 內建 3.5mm 輸出
DAC 晶片	TI PCM5122	TI PCM5122	TI PCM5122	N/A
測試訊號取樣格式	24-bit / 192kHz	24-bit / 192kHz	24-bit / 192kHz	16-bit / 48kHz
Frequency Response (頻率響應), dB #	**+0.01, -0.06**	+0.10, -0.11	+0.12, -0.23	+0.02, -0.12
Noise Level (噪音水平), dBA *	**-114.1**	-112.3	-110.3	-92.3
Dynamic Range (動態範圍), dBA	**114.5**	111.2	110.1	94.2
T.H.D. (總諧波失真), % *	**0.0021**	0.0042	0.0049	0.0056
Intermodulation Distortion (互調失真), % *	**0.0027**	0.0061	0.0061	0.0077
Stereo Crosstalk (立體聲分離度), dB *	**-109.8**	-108.7	-105.5	-93.5

註 *：數值愈細愈好。
註 #：兩個數值分別指低頻及高頻，數量愈接近零，反映全頻輸出偏較低，音質愈好。

Extra Test

耳機輸出：人聲質感「實淨」

使用 2 個 5VDC @ 2A 火牛驅動 Raspberry Pi 3 Model B+ 及 NanaSound Player 2 套裝，以確保有足夠功率。利用最新版《Volumio》作業系統，反覆試聽購自 HDtracks.com 的《Jazz at the Pawnshop》24-bit / 192kHz WAV 專輯。由於專輯是現場錄音，可考驗器材的音場空間感還原度。試聽〈High Life〉、〈Stuffy〉及〈Barbados〉等樂曲，整體音色遠較預期好，中音、低音均「實淨」、不「薄聲」，鼓聲節奏分明，小號、色士風等銅樂器音色亦不刺耳。最有驚喜是 Double Bass，低音「力水夠」。惟輕微缺點是嫌 Hi-hat「金屬味」略不夠、高音亦不夠清脆，但以 $2,000 消費來看，音色「收貨」有餘。

使用 Sennheiser HD 598 耳機，試聽 NanoSound Player 2 輸出表現。

分析：二代動態更強

測試集合上代 NanoSound DAC Pro，以及另一款熱門音響模組 HiFiBerry DAC+。測試結果顯示，全新 NanoSound Pro DAC 2 的音訊動態範圍更高，較上代 DAC Pro 提升逾 3dB。以音響學的 Volume Loudness 方式計算，+3dB 反映有效音量提升 1.23 倍，即「有效音訊強度減去背景雜訊噪音」後，比 DAC Pro 增加 23%。

e-zone DIY 認為，原因跟 DAC Pro 2 新增 22.5792MHz 及 24.576MHz Oscillator 晶片有重大關係。這 2 顆 Oscillator 屬於 TCXO (Temperature-compensated Crystal Oscillator；溫度補償) 類型，能因應綫路溫度變化，自動修正參考時鐘的準確度，減少音訊誤差。正因如此，DAC Pro 2 在頻率響應一項，數據最接近 ±0，反映音訊非常綫性 (Linear)，低頻、高頻的偏差幅度極少，音訊還原力出色。

COMMENT

e 評語：平價有玩味

憑《Volumio》、《Pi MusicBox》等 Raspberry Pi 播歌專用作業系統，毋須高深技術，只要配搭音效升級模組及揚聲器，用家便能以低消費 DIY 入門音響組合，兼充當 Music Server。上述播歌專用作業系統，介面與功能持續更新，檔案格式支援亦非常齊全，完全勝過傳統 Mini Hi-Fi 套裝。