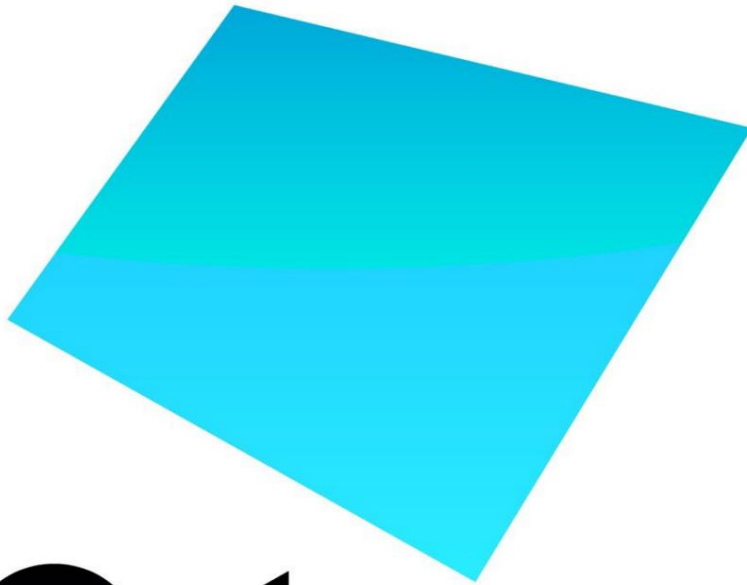


控制學底盤測試協議

修訂版 1.4 作者：

Aristeidis Bitziopoulos、Themistoklis Stamadianos



Cybenetics

塞浦路斯尼科西亞

2024 年 6 月

修訂歷史

版本	發布日期	筆記
1.0	2020年9月	初稿
1.1	2021 年 5 月	測試方法的重大變化
1.2	2022 年 6 月	隔音等級的變化
1.3	2023 年 9 月	主要方法論變化
1.4	2024 年 6 月	各種細微的變化

目錄序

言..... 4

噪音測量設備和DUT 設定..... 4

噪音測量程序..... 5

機殼風扇噪音測量..... 6

熱性能測試設定和程序..... 7

數據分析..... 10

結語..... 11

參考 12

序幕

在機殼（PC機殼）中進行精確的噪音和熱量測量是一項挑戰，除了經驗之外，還需要專門的設備和適當的設施，尤其是噪音測量。經過對此主題的廣泛研究，我們設計了在以下段落中分析的方法。這是一項正在進行的工作，這意味著我們將不斷更新相應的程序，直到我們開發出完美的方法。因為這個世界上沒有什麼是完美的，所以我們永遠不會安定下來。相反，我們將始終嘗試找到最佳的測試程序來揭示被測設備 (DUT) 的各個方面。

噪音測量設備和 DUT 設定

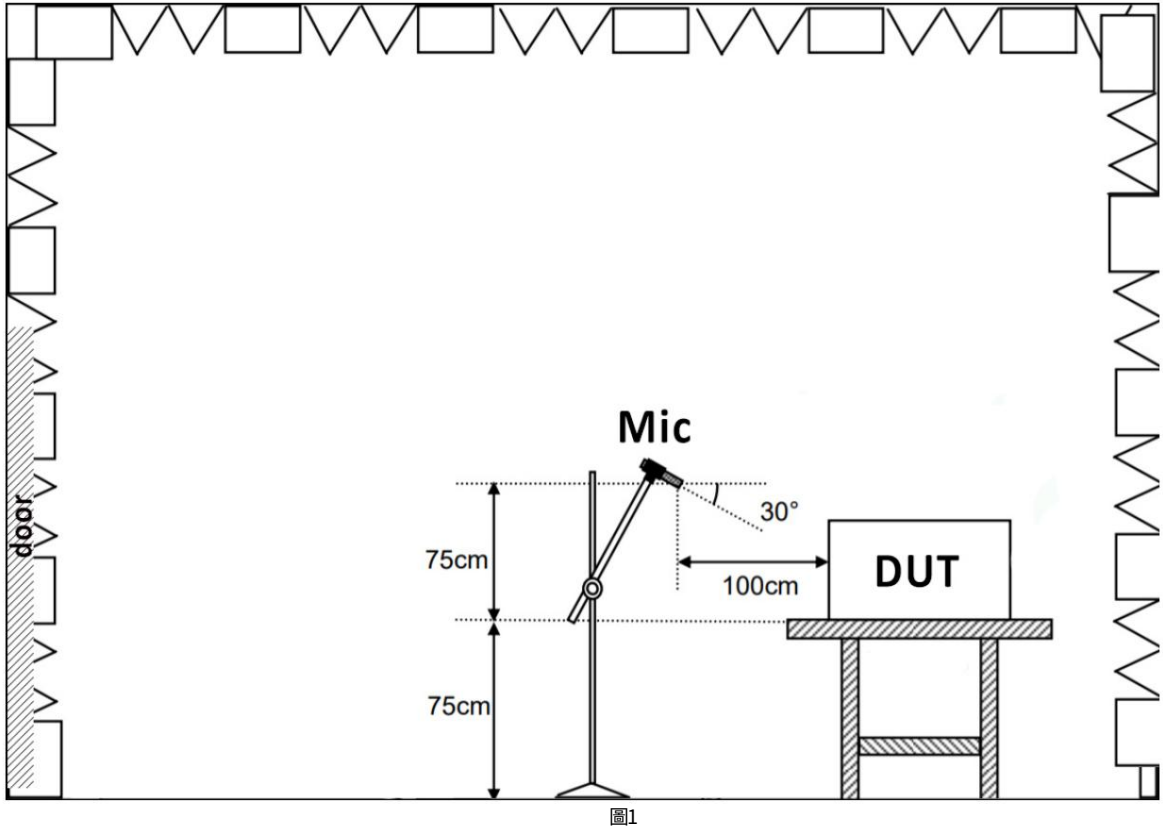
在進行噪音測量之前，我們必須將完整的系統安裝到機箱中。我們這樣做有兩個原因：徹底檢查安裝過程，其次，零件最大限度地減少機殼內的迴聲。空的機殼會產生類似空房間的迴聲，這會顯著影響噪音測量。

您可以在下表中找到我們用於噪音測量的測試系統。對於較小的機箱，我們使用 mini-ITX 主機板。

噪音測試系統規格	
主機板	微星 B760-Plus WIFI-D4
中央處理器	英特爾 i9-12900K
圖形處理器	銀河 GeForce RTX 4060 EX Ti
NVMe	XPB GAMBIX S50 Lite 1TB
記憶體	XPB Lancer DDR5 (2 x 16GB) @ 6000MHz
電源	EVGA SuperNOVA 1000 G7
CPU散熱器	安靜 純動力 2 FX 240mm
機殼	被測設備
環境溫度	25 °C±0.1 °C

我們使用半消音室進行所有噪音測量，其本底噪音極低，約 6 dBA。DUT 安裝在室內。圖 1 詳細概述了麥克風和 DUT 在室內的位置。

測量麥克風的位置與水平軸成 30°至 45 °角，與 DUT 的垂直距離為一公尺。



噪音測量程序

我們在開始測量前 15 至 30 分鐘打開 Bruel & Kjaer G-4 2270 型聲級計 [1]，使其達到工作溫度。在開始測量之前，我們使用 Bruel & Kjaer 聲音校準器 4231 型 [2] 校準聲音計。

我們將揚聲器放置在測量位置，測量其在表 1 所示頻率下的強度。我們使用上述測量結果作為揚聲器在露天的音量的參考。

測試頻率	
100赫茲	10KHz
250赫茲	11KHz
500赫茲	12KHz
1KHz	13KHz
2KHz	14KHz
3KHz	15KHz
4KHz	16KHz
5KHz	17KHz
6KHz	18KHz
7KHz	19KHz
8KHz	19.5KHz
9KHz	20KHz

表1

我們將機箱垂直安裝在室內的預期位置上，以便在每次測量中具有相同的條件。接下來，我們將已經測量過的揚聲器安裝在機殼內的空地上。我們嘗試將其盡可能靠近麥克風指向的一側放置，而不接觸側窗格。同時，我們非常注意將揚聲器放置在盡可能靠近機殼地板的位置（見圖2）。



圖2

我們重複精確的測量；也就是說，我們測量揚聲器在上述頻率下的噪音輸出。我們的目標是找出露天噪音測量與機殼內揚聲器之間的差異。這些差異提供了機殼在寬頻率範圍內的隔音性能的詳細情況，以及粉紅色、白色和啁啾噪音。

粉紅噪音是每倍頻程能量相等的隨機噪音，因此廣泛用於均衡房間和禮堂中的揚聲器。這就是為什麼我們選擇它作為我們的底盤隔音性能標準（稱為 DELTA）的主要性能因素。

根據我們的經驗，粉紅色和白色（包含許多相同強度頻率的噪音）噪音提供了完全相同的隔音性能結果。

機殼風扇噪音測量

我們使用 Corsair 的 Commander Pro [6] 來控制機殼風扇，並使用我們團隊開發的客製化軟體。此外，Commander Pro 由另一個被動式冷卻系統驅動，該系統不會影響暗室的本底雜訊。

我們的軟體允許以 RPM 和百分比的形式精確調整風扇速度。因此，我們可以為每個風扇單獨設定一部分速度，例如，將最大速度為 1000 RPM 的風扇的風扇速度設定為 50%，將導致風扇速度為 500 RPM ($\pm 1\%$)。

我們測量風扇在最大速度的 40%、50%、60%、70%、75%、80%、90% 和 100% 時產生的噪音。接下來，我們透過反轉測量邏輯來改變風扇速度，以實現 35、30 和 25 dBA 的噪音輸出，並記錄相應的風扇速度以供以後使用。

最後的噪音測量涉及顯示卡。在本次測試中，我們啟動系統，將其安裝在機箱中，並關閉 CPU 和 GPU 冷卻系統所使用的風扇之外的所有風扇。我們將 CPU 風扇速度保持在最低設置，以免改變我們的測量結果，並將 GPU 風扇速度更改為 40%、50%、60%、70%、75%、80%、90% 和 100%，同時測量和記錄雜訊輸出。

熱性能測試設定和程序

我們過去使用客製化的載入器進行熱性能評估，在 CPU、VGA、VRM、NVMe、RAM、晶片組和 HDD 區域配備加熱元件。由於安裝和操作這個系統很困難，我們決定使用真實的系統。下面的照片顯示了我們使用的客製化裝載機。

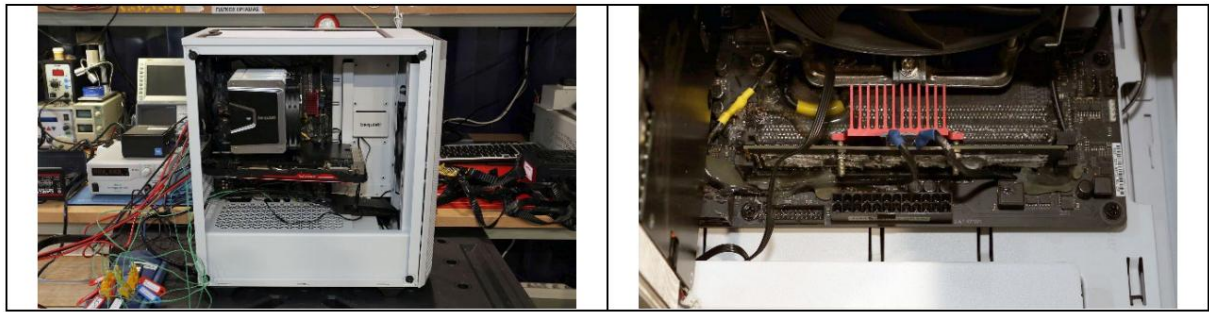


圖3、4

下表顯示了熱性能評估的測試系統配置。我們在主機板晶片組、VRM 和 NVMe 驅動器上安裝了熱探針（K 型），以獲取準確的溫度讀數。我們從主機板的感測器獲取其餘的溫度讀數。我們不使用任何額外的風扇，僅使用機殼附帶的風扇。

熱測試系統規格	
主機板	技嘉X670E AORUS主控 Bios版本 :F10a
中央處理器	AMD 銳龍 9 7950X 3D
圖形處理器	銀河 GeForce RTX 4060 EX Ti
NVMe	XPB GAMMIX S50 Lite 1TB
記憶體	XPB Lancer DDR5 (2 x 16GB) @ 6000MHz
電源	EVGA SuperNOVA 1000 G7
CPU散熱器	Noctua NH-D15S chromax.黑色
機殼	迪馬斯科技長凳
環境溫度	25 °C±0.1 °C
司機	AMD 晶片組 :5.02.19.2221 英偉達 :537.13

首先，我們將底盤安裝在受控環境中，即 Giant Force [7] 氣候室，溫度設定為 25o C (77o F)。接下來，我們連接 Pico TC-08 熱電偶資料記錄器 [8]，從安裝在機箱內外指定位置的所有熱探頭取得資料。具體來說，我們對主機板的 VRM、晶片組、NVMe 驅動器、機箱排氣和 PSU 排氣進行了探頭。最後，我們還有一個額外的探頭來測量環境溫度以實現冗餘。

我們的軟體允許我們長時間、全自動地執行多個基準測試，以檢查不同負載等級下的機箱熱性能。最艱難的測試是同時執行 Prime95 和 FurMark 的測試。

以下是我們內部軟體的螢幕截圖（圖 4 和圖 5）。機殼風扇以先前記錄的速度旋轉，以輸出所需的 25、30 和 35 dBA 噪音水平以及最大旋轉速度。因此，有必要先進行噪音測試。CPU 和 GPU 的風扇以其預設風扇速度設定檔運行，這對於我們評估的每個機箱都是相同的。

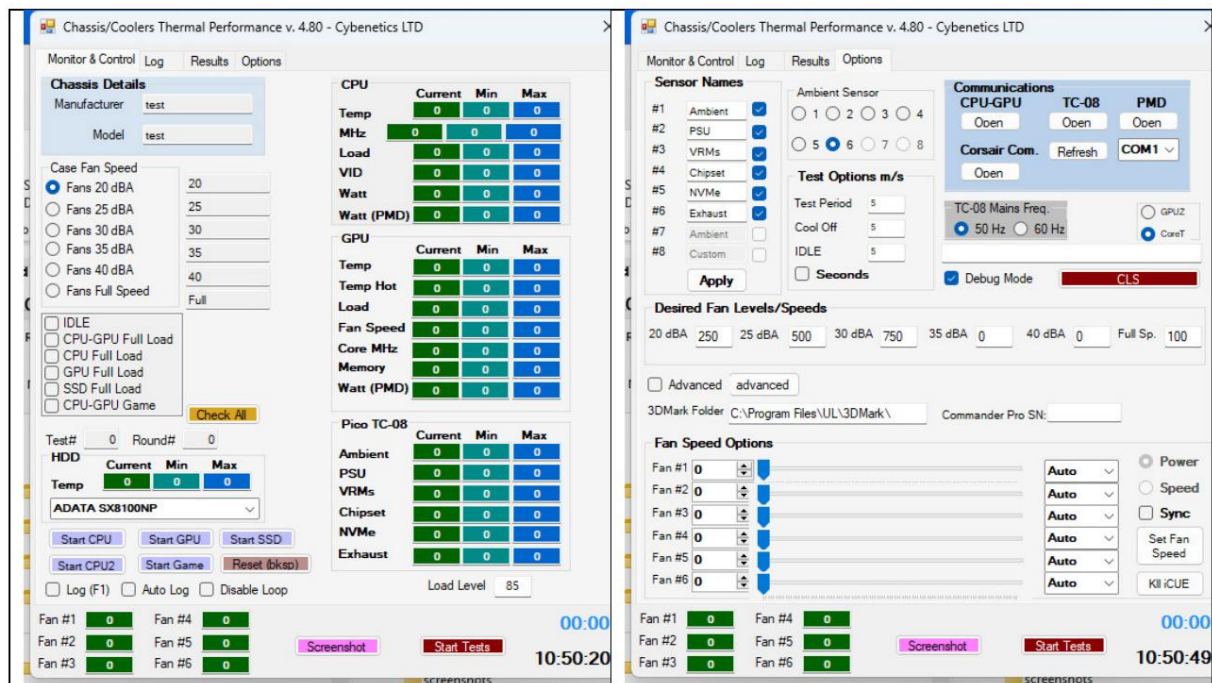


圖4-5

所有機殼風扇均連接至 Corsair Commander Pro，因此我們可以完全控制它們。此外，Corsair Commander Pro 和 Pico TC-08 均由我們的軟體控制和監控。

除在過程開始時進行的初始設定外，所有測試均透過我們的客製化軟體自動進行，無需測試工程師的干預。熱測試由六個單獨的測試組成，每個測試運行十五分鐘。

每次測試之間有一個 10 分鐘的中間冷卻期，同時我們允許系統保持空間十分鐘，然後再收集所有溫度資訊。

為了徹底解釋我們遵循的過程，首先，我們輸入在噪音測量期間獲得的與 35、30 和 25 dBA 噪音輸出相對應的機箱風扇速度。我們考慮另一個場景，其中風扇全速運轉 (100%)。

對所有機箱使用標準化的噪音輸出水平，我們可以將所有相關產品置於相同嚴格的操作條件。比較具有不同特性的預裝風扇以及隨後不同的噪音輸出的情況是不公平的。對於那些不關心噪音輸出而只想了解最佳情況下的熱性能的人來說，總是有全速風扇速度測試。

熱性能測試持續幾個小時。一切完成後，我們會收集結果並將其輸入資料庫以進行進一步分析。所有結果都會自動收集，並可以各種格式匯出。

數據分析

這些數據是根據有關聲音的科學文獻 [12] [13] 以及我們在 PC 機箱中進行數十次測試後獲得的經驗進行分析的。

如第一部分所提到的，在測量底盤隔音性能時，我們測量底盤在許多頻率下的表現。我們這樣做是因為我們想看看底盤可以在什麼頻率下產生共振並推斷為雜訊放大器，以及在什麼頻率下它可以充當阻尼器。底盤的材料選擇起著重要作用，因為不同材料的性能可能會有所不同。我們還測量了三個必要訊號中的底盤阻尼：Chirp、粉紅噪音和白噪音。

更詳細地說：

Chirp 訊號通常用於雷達應用和聲納應用。

- 粉紅噪音是生物系統中最常見的訊號。它包括所有音頻頻率（20 Hz – 20 KHz），其功率與其頻率成反比，即訊號頻率越高，其強度越低。
- 白噪音是一種具有連續頻譜的隨機噪聲，其頻譜功率密度與頻率無關。

我們使用開放場地與從每個機箱 (Delta) 獲得的場地之間的差異來比較不同 PC 機箱的結果。Cybenetics 為此創建了特殊的徽章，即 Delta 徽章，透過它，我們可以輕鬆地根據底盤實現的雜訊衰減對底盤進行分類。



我們決定使用粉紅噪音Delta來進行上述分類，因為它包括所有音頻頻率 (20 Hz – 20 KHz)；因此，我們得到了我們感興趣的範圍的整體阻尼以及八度音階之間的均勻功率。

隔音等級要求

A+ ≥ 8 分貝(A)

A ≥ 5 dB(A) 至 < 8 dB(A)

標準 ≥ 2 dB(A) 至 < 5 dB(A)

結語

在本文中，我們試圖盡可能簡單地解釋我們在底盤評估中遵循的方法。每個健全的測試程序都需要一些東西：可靠性、準確性、校準設備、如何正確操作設備的知識以及盡快識別問題和測量誤差的經驗。

不幸的是，經驗只有在大量的測試之後才能獲得。值得慶幸的是，Cybenetics 團隊的成員已經處理底盤十多年了，他們在這個主題上的綜合知識導致了我們遵循的完整測試協議。由於我們追求完美，儘管我們知道這個世界上沒有完美的東西（當然貓除外），但我們將繼續尋找新的方法論和途徑，使我們能夠探索這個主題的更多方面。

參考

- [1] <https://www.bksv.com/en/products/sound-and-vibration-meters/sound-level-meters-and-vibration-meters/2270-series/Type-2270-S> (最後造訪時間：2020年6月18日)
- [2] <https://www.bksv.com/en/products/transducers/acoustic/calibrators/4231> (最後造訪時間：2020年6月18日)
- [3] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/chirp-signal> (最後造訪時間：2020年6月18日)
- [4] <http://www.acoustic-glossary.co.uk/definitions-p.htm#pink-noise> (最後造訪時間：2020年6月18日)
- [5] <http://www.acoustic-glossary.co.uk/definitions-w.htm#white-noise> (最後造訪時間：2020年6月18日)
- [6] <https://www.corsair.com/eu/en/Categories/Products/Accessories-%7C-Parts/iCUE-CONTROLLERS/iCUE-Commander-PRO-Smart-RGB-Lighting-and-Fan-Speed-控制器/p/CL-9011110-WW> (最後瀏覽日期：2020年6月18日)
- [7] <http://www.giant-force.com.tw/en/HOMEPAGE.htm> [8] [https://www.picotech.com/data-logger/tc-08/thermo Couple-data -logger](https://www.picotech.com/data-logger/tc-08/thermo-Couple-data-logger) (最後造訪時間：2020年6月18日)
- [9] <https://www.mersenne.org/> (最後瀏覽日期：2020年6月18日)
- [10] <https://geeks3d.com/furmark/> (最後造訪時間：2020年6月18日)
- [11] <https://www.3dmark.com/> (最後造訪時間：2020年6月18日)
- [12] 標準 ECMA-74 資訊技術和電信設備發出的空氣雜訊測量
<https://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-074.htm> (最後造訪時間：2020年6月18日)
- [13] ISO 9296:2017 聲學 - 資訊科技與電信設備的噪音發射值 <https://www.iso.org/standard/32303.html> (最後造訪時間：2020年6月18日)