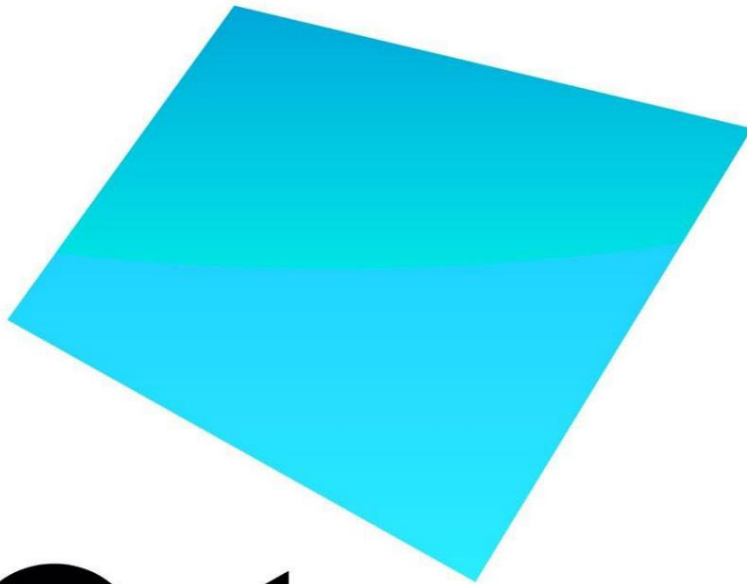


Phi Fan 績效標準

(PFPS)

修訂版 1.1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
1.1	2024 年 6 月	徽章的變化。省略了風扇直徑。
1.0	2024年5月	初稿

目錄

序幕.....	4
風扇操作和軸承類型.....	4
測試設備.....	5
風扇效能 :PQ 曲線.....	7
歸一化噪音測試.....	8
噪音測量程序.....	9
Phi Fan 績效標準- PFPS	10
績效徽章與評級.....	11
結語.....	11
參考.....	13

序幕

風扇無所不在，可以冷卻對熱電子設備敏感的設備。除非噪音很大，否則它們經常被忽視，因為它們只是長時間工作直到停止旋轉。本文旨在詳細解釋我們如何評估冷卻風扇以及如何根據其性能對其進行評級。

風扇操作和軸承類型

每個風扇最關鍵的部件是其軸承和軸，風扇葉片固定在軸上。軸承是一個固定圓柱體，軸在其內部旋轉。為了提供高可靠性並降低噪音輸出，必須最大限度地減少軸和軸承之間的摩擦。在大多數情況下，油被用作潤滑劑。然而，也可以使用其他方法（例如，特氟龍塗層表面）。如果軸承內的油沒有正確密封，其量會隨著時間的推移而減少，增加摩擦力，導致風扇旋轉速度減慢並增加噪音，直到風扇損壞並停止旋轉。

PC 冷卻風扇中最常用的軸承類型如下：

- 套筒軸承
- 步槍軸承
- 雙滾珠（DBB）軸承
- 流體動力軸承（FDB）和流體動力軸承（HDB）
- 磁力軸承

詳細解釋各種軸承類型超出了本文的目的，但簡單地說，套筒軸承風扇是不太可靠的風扇。步槍軸承風扇提供了更高的可靠性，而 FDB 和 HDB 風扇則更加可靠。

雙滾珠軸承風扇對高溫的耐受性很高，但通常在低速時會產生軸承噪音，而磁力軸承風扇在高溫下具有與 DBB 風扇相同的耐受性，在低速時不會產生任何軸承噪音。

也存在其他軸承類型，但它們通常是上面列出的軸承的改進版本，但名稱不同。

測試設備

我們用於風扇測量的主要儀器是 LW-9266 風扇 PQ 性能測量裝置 [1]。這是台灣龍運製造的高度精密的科學儀器。

LW-9266技術規格

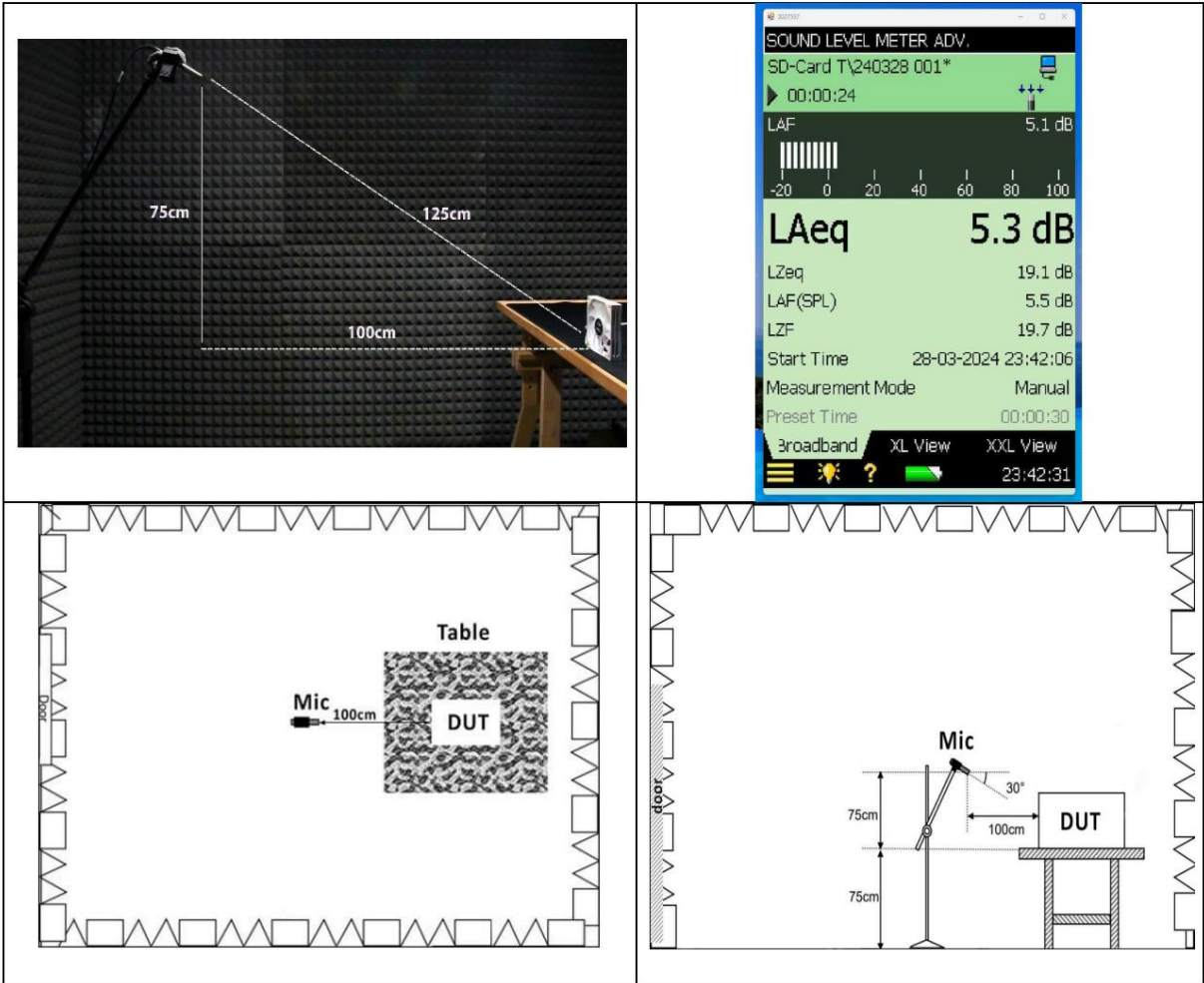
- 製造商 : 龍運科技股份有限公司
- 空氣流量 : 2.4 – 250 CFM
- 風量精度 : $<3.5\%$ INFS
- 重複性誤差 : $<2\%$
- 靜壓 : 0-20mmAq (100mmAq附高靜壓節流裝置)
- 外形尺寸 : 0.7 (寬) x 2.2 (長) x 1.6 (高) 米
- 電源 : 220VAC 5A 單相 50/60Hz
- 依據標準 : ISO 5801-2007 ʼ AMCA 210-0 ʼ ASHRAE 51-2007 ʼ IEC 61591-2005 ʼ GB/T 1236-200



除了龍運機器外，我們還使用以下設備。

- 噪音測試環境 : 半電波暗室 ʼ 本底噪音 <6 dB(A)
- 條件 : 25 (+2) 攝氏度 ʼ 40-50% 濕度
- 聲音分析儀 : Bruel & Kjaer 2270-S G4
- 麥克風 : Bruel & Kjaer 4955-A 型
- 麥克風校準器 : Bruel & Kjaer 4231 型

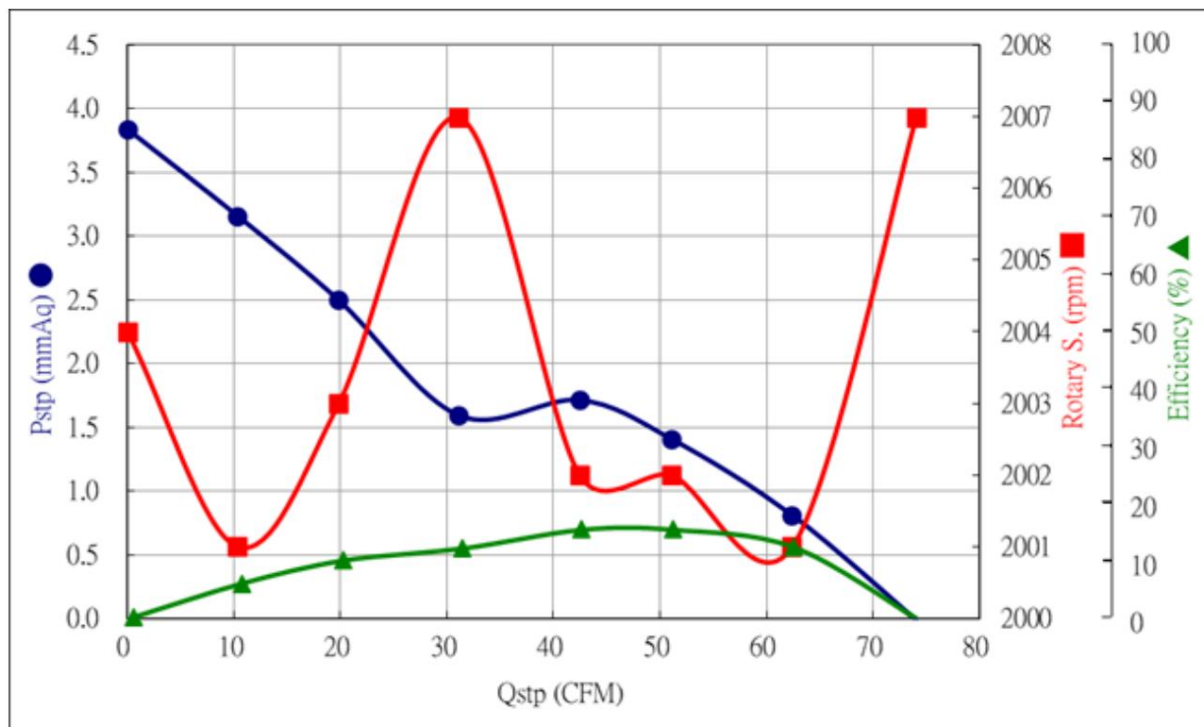
資料記錄器 :Picscope TC-08 [2]



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

風扇效能 :PQ 曲線

無論其尺寸如何，每個風扇，無論是直流供電還是交流供電，都有一條稱為 PQ 的特性曲線。此曲線顯示了風扇的風量與其靜壓之間的相關性。我們用字母「P」描述靜壓，用「Q」描述氣流。



當我們提到風扇的氣流時，我們指的是風扇每單位時間推動或產生的空氣總量。氣流通常以立方英尺每分鐘 (CFM) 為單位進行測量。風扇製造商在沒有任何障礙物的開放環境中測量風扇的 CFM，這發揮著巨大的作用，您很快就會透過我們的評論發現這一點。當風扇前面沒有阻力時，其氣流達到最大，但對於大多數風扇而言，情況並非如此，特別是對於散熱器和一體機散熱器中使用的風扇。機箱中使用的大多數風扇不會遇到很大的阻力。

最大靜壓是風扇在全封閉通道內的風壓。靜壓是風扇在外殼中產生的氣壓。它以帕斯卡 (Pa)、英寸水柱 (inH2O) 或毫米水柱 (mmAq) 為單位進行測量。我們將使用後者。您需要了解的最重要的一點是，風扇不會同時輸出最大風量和靜壓值。氣流和靜壓呈負相關。

當氣流增加時，靜壓減小，當靜壓增加時，氣流會減少。

氣流和靜壓都與氣流阻力（稱為阻抗）有關。當零件阻擋風扇的氣流時，我們就會產生阻抗，因此要找出風扇的完整 PQ 曲線，我們必須能夠以某種方式模擬該阻抗。有些用戶使用客製化濾波器或 AIO 散熱器，但這些技術只能模擬單一阻抗場景，因此無法提供完整的 PQ 曲線。要獲得風扇整個 PQ 曲線的唯一方法是

具有可變阻抗，這是 LW-9266 等儀器的功能，基於既定的測量標準和完整的校準報告。

歸一化噪音測試

全速測試風扇只能顯示其性能的一小部分，因為在大多數情況下，冷卻風扇不會全速運轉。如果這樣做，除了高噪音輸出外，它們的使用壽命也會受到很大影響。隨後，通常根據熱負載調節風扇速度。這就是為什麼在相同條件下測試和比較每個風扇至關重要。將 3000 RPM 旋轉的風扇與 1500 RPM 旋轉的風扇進行比較是不公平的。比較中也必須包含噪音輸出參數，因為風扇的轉速也不是一個穩定的參數。例如，比較兩個轉速為 1500 RPM 的風扇也不公平，因為一個可以輸出 30 dBA 的噪音，另一個可以輸出 33 dBA。噪音輸出也與風扇的設計有關，而不僅僅是其速度。

在進行完整的風扇性能評估之前，我們必須測量其噪音輸出，因為每個風扇最重要的性能是其歸一化噪音輸出性能。對於標準化噪音輸出測試，我們將風扇的速度設定為以下預先定義等級的噪音輸出：20/25/30/35/40/45 dBA。如果被測風扇無法達到一定的噪音水平，我們會跳過對應的測試。下面範例圖中所示的速度是在半消音室內沒有任何障礙物的乾淨空間中使用風扇測量的。我們在Long Win機器上設置了這些速度設置，但由於外部不可控參數和機器操作的細微差異，結果可能會有一些微小的差異，始終在誤差範圍內

錯誤。

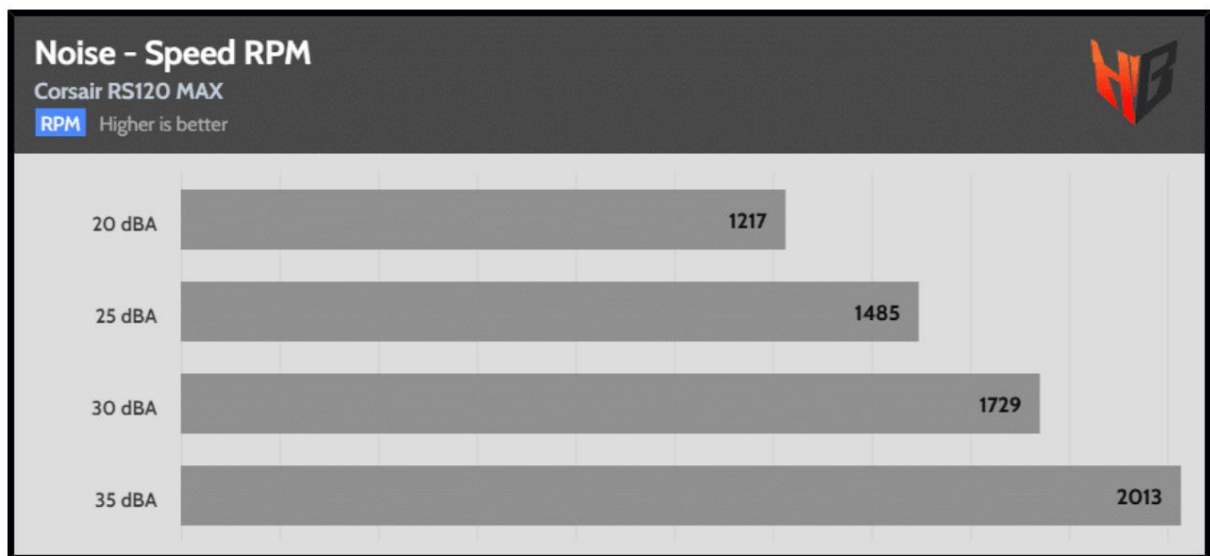


圖1

噪音測量程序

在開始測量前 15 至 30 分鐘，我們打開聲級計 Bruel & Kjaer G-4 Type 2270 [3]，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 [4] 校準聲音計。

我們將風扇安裝在腔室中，其氣流方向與麥克風相反。我們確保麥克風安裝正確，並且一般來說，我們遵循 ECMA-74 和 ISO 9296 標準 [5][6] 的所有噪音測試要求。

我們使用 Corsair 的 Commander Pro [7] 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，對於最大速度為 1000 RPM 的風扇，將風扇速度設定為 50% 將導致風扇速度為 500 RPM ($\pm 1\%$)。

我們以 10% 的間隔測量風扇從最低速度到最大速度產生的噪音。接下來，我們透過反轉測量邏輯來改變風扇速度，以獲得歸一化噪音測試的相應噪音輸出水平，並記錄相應的風扇速度以供以後使用。

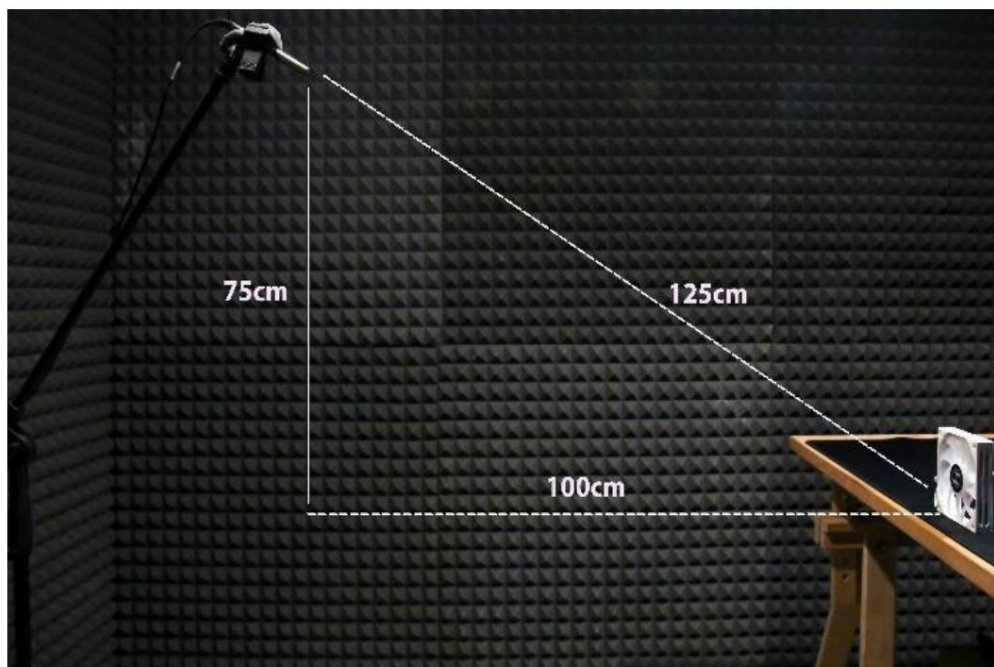


圖2

Phi Fan 績效標準 - PFPS

我們將我們的風扇性能標準命名為 Phi，以希臘字母 «Φ» 命名，其中代表黃金比例[8]。

Phi Fan Performance Standard (簡稱 PFPS)包括 120mm 和 135-140mm 風扇，但每個等級都有不同的要求。對氣流和靜壓均設定了要求，因為這兩個是每個風扇的關鍵性能因素。

所有風扇均在 25 dBA 歸一化雜訊輸出下進行測試，我們會考慮這些結果，將它們分為以下類別。為什麼我們選擇這個特定的噪音水平作為我們的標準？因為在 25 dBA 的噪音水平下，風扇可以足夠快地旋轉以實現不錯的性能，而這個噪音水平還沒有高到足以惹惱大多數用戶。任何高於或低於此噪音水平的噪音都會太吵，或者性能會受到巨大影響。

那些噪音輸出甚至達不到 25 dBA 的風扇呢？不幸的是，我們無法對他們進行評價，而且這些球迷無論如何也不是以表演為導向的，所以沒有必要有表演徽章。目前，我們的風扇資料庫僅包含少數無法達到 25 dBA 噪音輸出的風扇。

PFPS – 120mm 風扇氣流水平/需求 – 25 dBA 標準化噪音輸出

績效水準	要求
青銅	≥ 34 CFM & <38 CFM
銀	≥ 38 CFM & <42 CFM
金子	≥ 42 CFM & <46 CFM
鉑	≥ 46 CFM & <50 CFM
鈦	≥ 50 CFM & <55 CFM
鑽石	≥ 55 立方英尺/分鐘

PFPS – 120mm 風扇靜壓水平/需求 – 25 dBA 標準化噪音輸出

績效水準	要求
青銅	≥ 0.8 毫米水柱 & <1.0 毫米水柱
銀	≥ 1.0 毫米水柱 & <1.25 毫米水柱
金子	≥ 1.25 毫米水銀 & <1.5 毫米水銀
鉑	≥ 1.5 毫米水柱 & <1.75 毫米水柱
鈦	≥ 1.75mmAq & <2.0mmAq
鑽石	≥ 2毫米水柱

PFPS – 135/140mm 風扇氣流等級/需求 – 25 dBA 歸一化噪音輸出

績效水準	要求
青銅	≥ 45 CFM & <50 CFM
銀	≥ 50 CFM & <55 CFM
金子	≥ 55 CFM & <60 CFM
鉑	≥ 60 CFM & <65 CFM
鈦	≥ 65 CFM & <70 CFM
鑽石	≥ 70 立方英尺/分鐘

PFPS – 135/140mm 風扇靜壓水平/需求 – 25 dBA 歸一化噪音

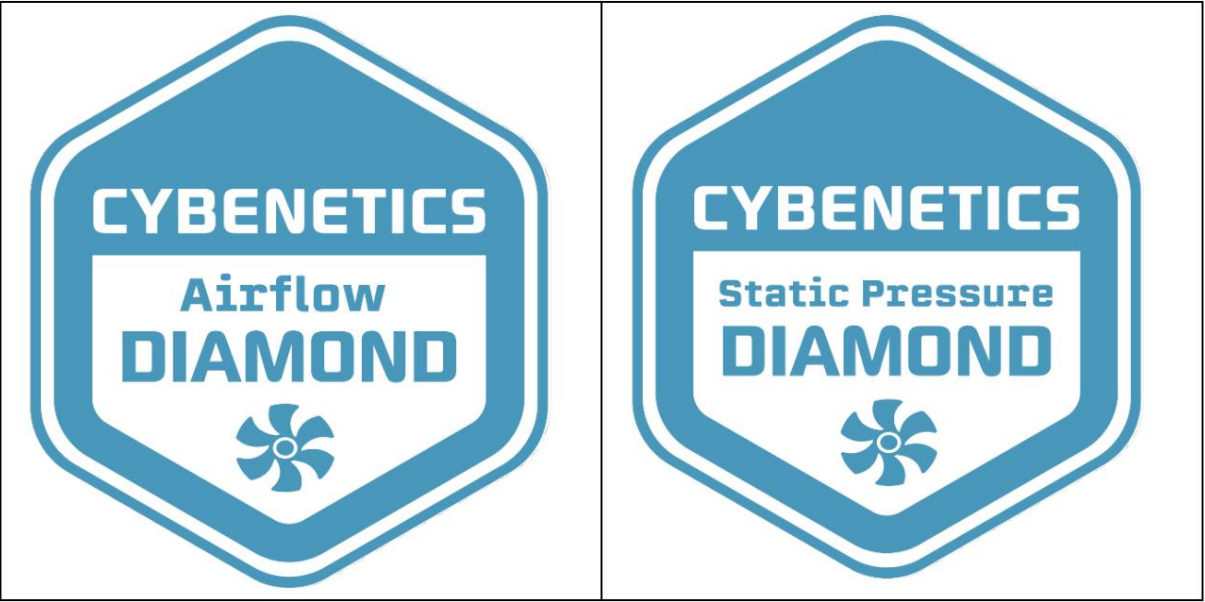
輸出

績效水準	要求
青銅	≥0.7 毫米水柱 & <0.9 毫米水柱
銀	≥0.9 毫米水柱 & <1.1 毫米水柱
金子	≥1.1 毫米水柱 & <1.3 毫米水柱
鉑	≥1.3 毫米水柱 & <1.5 毫米水柱
鈦	≥1.5 毫米水柱 & <1.7 毫米水柱
鑽石	≥1.7毫米水柱

績效徽章和評級

由於我們不想讓用戶感到困惑，因此我們使用了我們已用於 PSU 效率評級的非常熟悉的金屬和碳評級：青銅、銀、金、鉑金、鈦和鑽石。

風扇有兩種類型，最受歡迎的是：120mm 和 135/140mm。還有兩個徽章代表風扇的主要性能因素：氣流和靜壓。



結語

本文簡要介紹了粉絲測試的世界，並初步介紹了我們的測試方法。提供風扇性能的客觀表示是一項艱鉅的任務，需要聲音測量和空氣動力學的經驗。我們的測試所使用的設備符合行業標準，具有最高的質量，並得到適當的維護和使用。

操作。此外，到目前為止，在改進我們的方法的過程中，我們已經測試了許多風扇。隨後，我們提供的資訊和測試結果既準確又反映了實際性能。

參考

- [1] LW-9266 風扇 PQ 性能測量裝置。 <http://www.longwin.com/english/product/9266.html> (最後造訪時間：2024 年 5 月 30 日)
- [2] Picoscope TC-08。 [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：2024 年 5 月 30 日)
- [3] <https://www.bksv.com/en/products/sound-and-vibration-meters/sound-level-meters-and-vibration-meters/2270-series/Type-2270-S> (最後造訪日期：2024 年 5 月 30 日) [4] <https://www.bksv.com/en/products/transducers/acoustic/calibrators/4231> (最後造訪時間：2024 年 5 月 30 日)
- [5] 標準 ECMA-74 資訊技術和電信設備發出的空氣噪音測量
- <https://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-074.htm> (最後造訪時間：2024 年 5 月 30 日)
- [6] ISO 9296:2017 聲學 - 資訊科技與電信設備的噪音發射值聲明 <https://www.iso.org/standard/32303.html> (最後造訪時間：2024 年 5 月 30 日)
- [7] <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：2024 年 5 月 30 日)
- [8] 黃金比例 https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_ratio (最後造訪時間：2024 年 5 月 30 日)