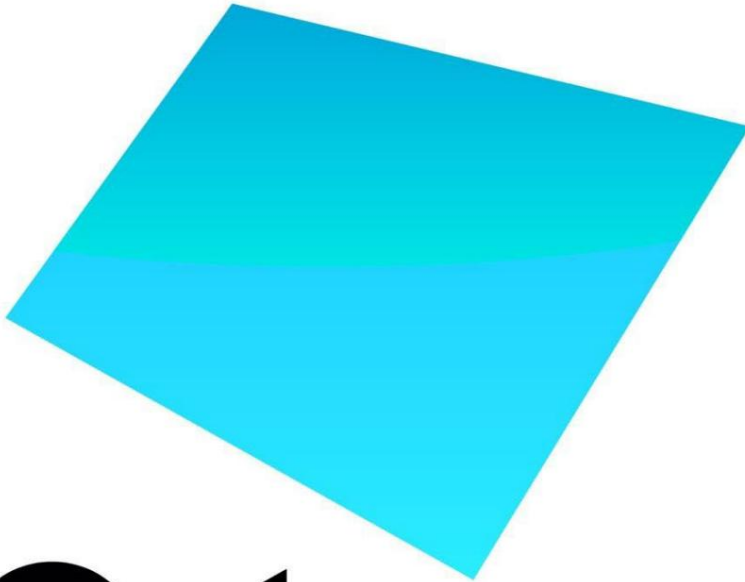


Phi Fan 绩效标准

(全氟辛烷磺酸)

修订版 1.1 作者:

Aristeidis Bitziopoulos, Themistoklis Stamadianos



Cybenetics

塞浦路斯尼科西亚

2024 年 6 月

修订历史

版本	发布日期	笔记
1.1	2024 年 6 月	徽章发生变化。省略了风扇直径。
1.0	2024 年 5 月	初稿

目录

序言.....	4
风扇运行和轴承类型.....	4
测试设备.....	5
风扇性能:PQ 曲线.....	7
标准化噪声测试.....	8
噪声测量程序.....	9
Phi Fan 绩效标准 - PFPS	10
绩效徽章和评级.....	11
结语.....	11
参考文献.....	13

序幕

风扇无处不在,用于冷却对热量敏感的电子设备。它们通常会被忽视,除非它们很吵,因为它们会长时间工作,直到停止旋转。本文旨在详细说明我们如何评估冷却风扇以及如何根据其性能对其进行评级。

风扇运行和轴承类型

每个风扇的最关键部件是轴承和轴,风扇叶片安装在轴承和轴上。轴承是一个固定的圆柱体,轴在轴承内旋转。为了提供高可靠性和降低噪音输出,必须尽量减少轴和轴承之间的摩擦。在大多数情况下,油被用作润滑剂。但是,也可以使用其他方法(例如,特氟龙涂层表面)。如果轴承内的油没有正确密封,油量会随着时间的推移而减少,从而增加摩擦,导致风扇旋转速度变慢,噪音增加,直到风扇损坏并停止旋转。

个人电脑冷却风扇中最常用的轴承类型如下:

- 滑动轴承
- 步枪轴承
- 双滚珠 (DBB)轴承
- 流体动力轴承 (FDB)和流体动力轴承 (HDB)
- 磁力轴承

详细解释各种轴承类型超出了本文的目的,但简而言之,含油轴承风扇的可靠性较低。筒式轴承风扇的可靠性更高,而 FDB 和 HDB 风扇的可靠性更高。

双滚珠轴承风扇对温度升高具有很强的耐受性,但在低速时通常会产​​生轴承噪音,而磁力轴承风扇在高温下的耐受性与 DBB 风扇相同,且在低速时不会产生任何轴承噪音。

还存在其他类型的轴承,但它们通常是上面列出的轴承的改进版本,只是名称不同。

测试设备

我们用于风扇测量的主要仪器是 LW-9266 风扇 PQ 性能测量仪 [1]。这是台湾龙运公司制造的一款高度精密的科学仪器。

LW-9266 技术规格

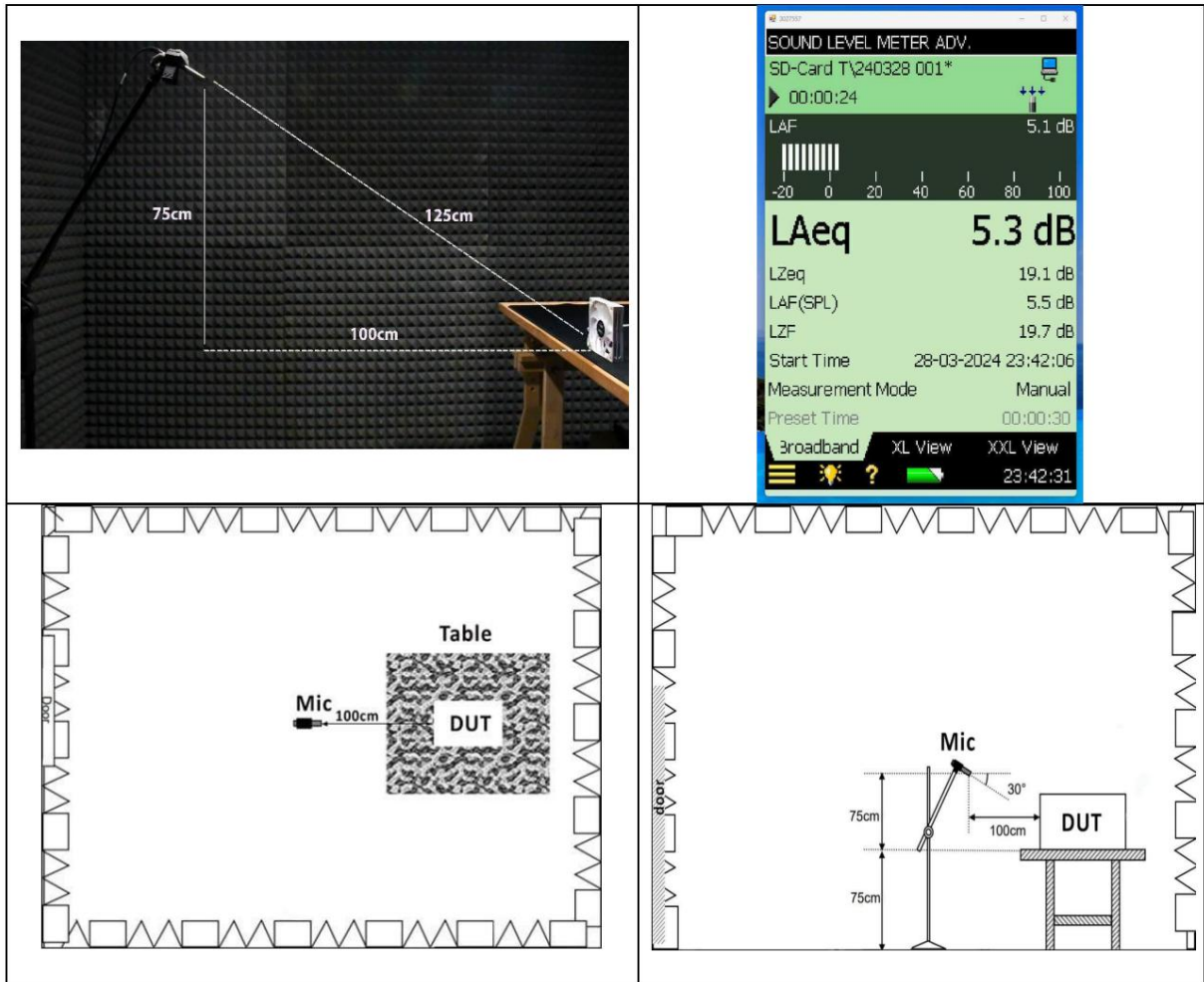
- 制造商:龙运科技股份有限公司
- 空气流量:2.4 – 250 CFM
- 风量范围精度:<3.5% INFS
- 重复性误差:<2%
- 静压:0-20mmAq (加高静压节流装置可达100mmAq)
- 外形尺寸:0.7 (宽)x 2.2 (长)x 1.6 (高)米
- 电源:220VAC,5A,单相,50/60Hz
- 基于标准:ISO 5801-2007、AMCA 210-0、ASHRAE 51-2007、IEC 61591-2005、GB/T 1236-200



除了Long Win机器外,我们还使用以下设备。

- 噪声测试环境:半消声室,本底噪声<6 dB(A)
- 条件:25 (+2)摄氏度,湿度40-50%
- 声音分析仪:Bruel & Kjaer 2270-S G4
- 麦克风:Bruel & Kjaer 4955-A 型
- 麦克风校准器:Bruel & Kjaer 4231 型

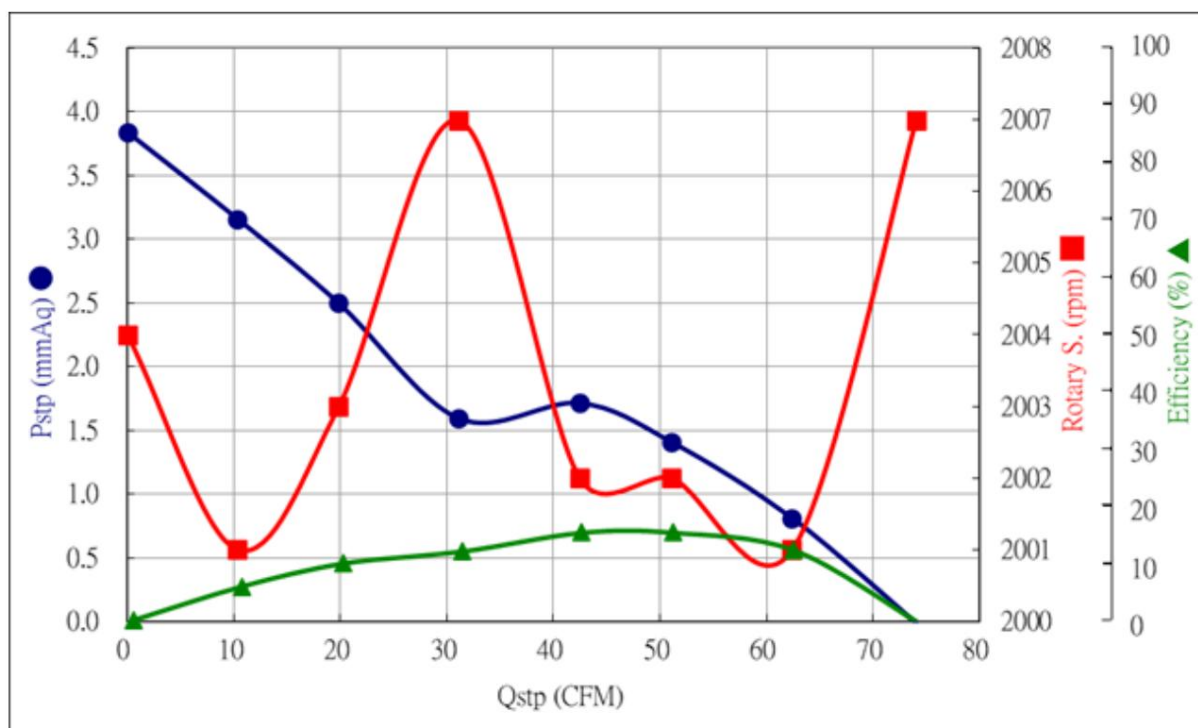
· 数据记录器:Picoscope TC-08 [2]



测量麦克风的放置位置与水平轴形成 30o到 45o度角,并且与被测设备 (DUT) 的垂直距离为一米。

风扇性能:PQ 曲线

无论尺寸大小,每个风扇(无论是直流还是交流供电)都有一条特性曲线,称为 PQ。该曲线显示风扇气流与其静压之间的关系。我们用字母“P”描述静压,用“Q”描述气流。



当我们提到风扇的气流时,我们指的是风扇在单位时间内推动或产生的空气总量。气流通常以立方英尺/分钟 (CFM) 为单位进行测量。风扇制造商在没有任何障碍物的开放环境中测量风扇的 CFM,这起着重要作用,您很快就会通过我们的评论发现这一点。当风扇前面没有阻力时,其气流最大,但大多数风扇并非如此,尤其是用于散热器和 AIO 散热器的风扇。机箱中使用的大多数风扇不会面临很大的阻力。

最大静压是风扇在全封闭通道中的风压。静压是风扇在封闭空间内可以产生的空气压力。其单位为帕斯卡 (Pa)、英寸水柱 (inH2O) 或毫米水柱 (mmAq)。我们将使用后者。您需要知道的最重要的一点是,风扇不会同时输出最大气流和静压值。气流和静压呈负相关。

当风量增大时,静压减小,当静压增大时,风量减小。

气流和静压都与气流阻力有关,称为阻抗。当零件阻碍风扇的气流时,我们就有了阻抗,因此要找出风扇的完整 PQ 曲线,我们必须能够以某种方式模拟这种阻抗。一些用户使用定制的过滤器或 AIO 散热器,但这些技术只能模拟单一阻抗场景,因此它们无法提供完整的 PQ 曲线。获取风扇完整 PQ 曲线的唯一方法是

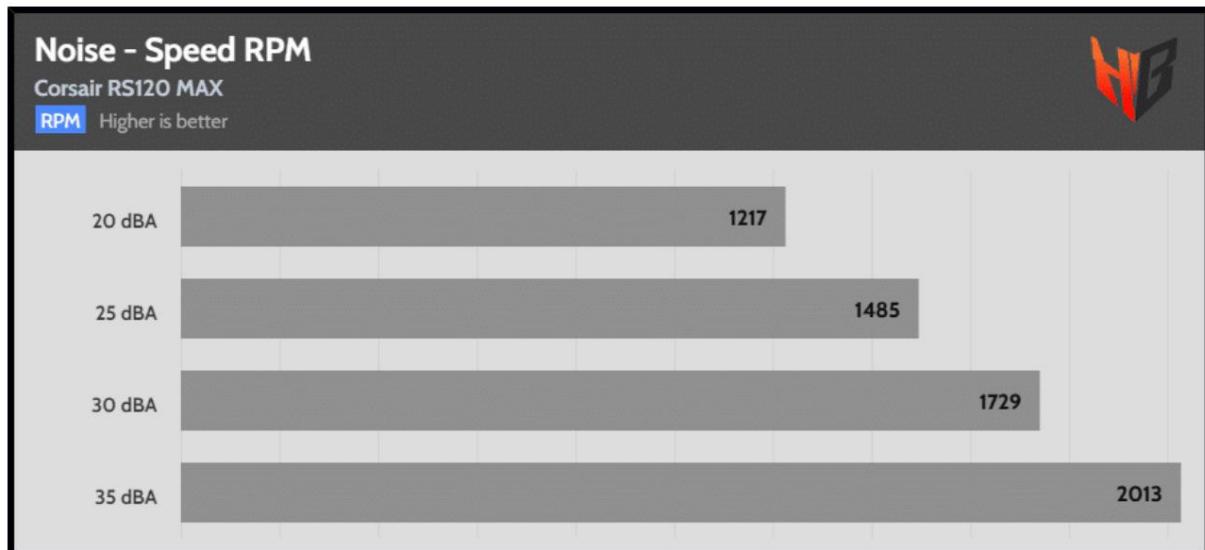
具有可变阻抗,这是 LW-9266 之类的仪器所具有的,基于既定的测量标准并具有完整的校准报告。

标准化噪声测试

以全速测试风扇只能反映其性能的一小部分,因为在大多数情况下,冷却风扇并不以全速运转。如果风扇全速运转,除了高噪音输出外,其使用寿命也会受到极大影响。因此,风扇速度通常根据热负荷进行调节。这就是为什么在相同条件下测试和比较每个风扇至关重要的原因。将以 3000 RPM 旋转的风扇与以 1500 RPM 旋转的风扇进行比较是不公平的。您还必须在比较中包含噪音输出参数,因为风扇的转速也不是一个稳定的参数。例如,比较两个以 1500 RPM 旋转的风扇也不公平,因为一个风扇可以输出 30 dBA 的噪音,而另一个可以输出 33 dBA。噪音输出也与风扇的设计有关,而不仅仅与速度有关。

在进行完整的风扇性能评估之前,我们必须测量其噪音输出,因为每个风扇最重要的性能是其标准化噪音输出性能。对于标准化噪音输出测试,我们将风扇设置为噪音输出在以下预定义水平的速度:20/25/30/35/40/45 dBA。如果测试中的风扇无法达到某些噪音水平,我们将跳过相应的测试。下面示例图中显示的速度是在我们的半消声室内没有任何障碍物的空旷空间中测量的。我们在 Long Win 机器上设置了这些速度设置,但由于外部不可控参数和机器操作的细微差异,结果可能会有一些细微差异,始终在

错误。



图片 1

噪声测量程序

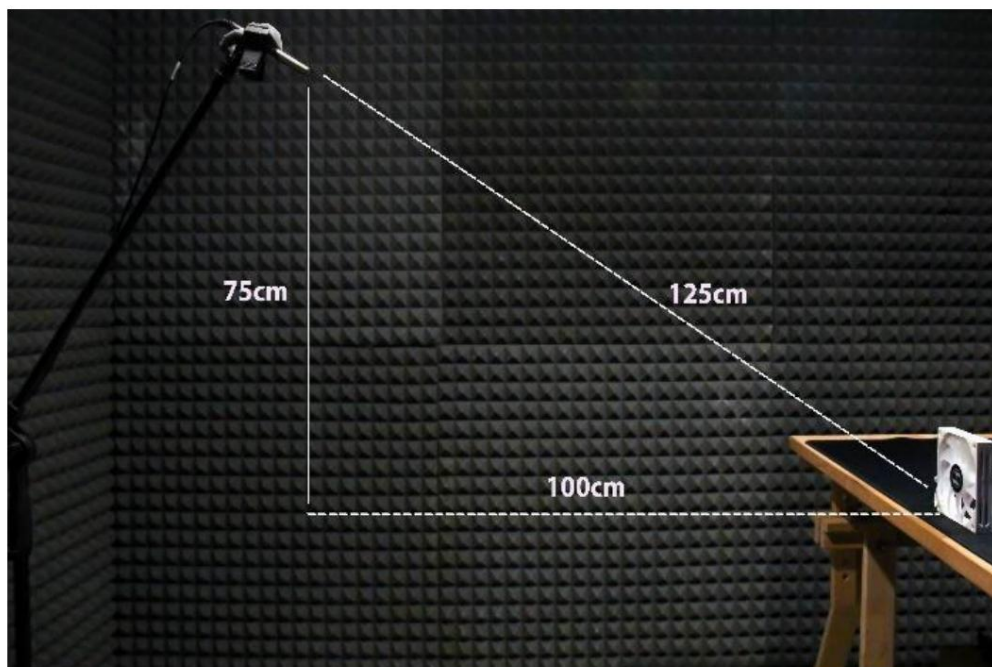
在开始测量前 15 到 30 分钟,我们打开声级计 Bruel & Kjaer G-4 型 2270 [3],使其达到工作温度。在开始测量之前,我们使用 Bruel & Kjaer 声级校准器 4231 型 [4] 校准声级计。

我们将风扇安装在室内,使其气流与麦克风相反。我们确保麦克风安装正确,并且一般情况下,我们遵循 ECMA-74 和 ISO 9296 标准的所有噪音测试要求 [5][6]。

我们使用 Corsair 的 Commander Pro [7] 来控制机箱风扇,使用我们团队开发的定制软件。此外,Commander Pro 由另一个被动冷却系统驱动,不会影响机房的本底噪声。

我们的软件可以精确调整风扇速度,以 RPM 和百分比为单位。因此,我们可以为每个风扇单独设置一部分速度;例如,对于最高速度为 1000 RPM 的风扇,将风扇速度设置为 50%,风扇速度将为 500 RPM ($\pm 1\%$)。

我们以 10% 为间隔测量风扇从最低速度到最高速度产生的噪音。接下来,我们通过反转测量逻辑来改变风扇速度,以达到我们标准化噪音测试的相应噪音输出水平,并记录相应的风扇速度以供日后使用。



图片2

Phi Fan 绩效标准 - PFPS

我们将风扇性能标准命名为 Phi,以希腊字母“Φ”命名,该字母代表黄金比例[8]。

Phi Fan Performance Standard (简称 PFPS)包括 120mm 和 135-140mm 风扇,但每个级别的要求不同。这些要求针对气流和静压设定,因为这两项是每个风扇的关键性能因素。

所有风扇均在 25 dBA 标准化噪音输出下进行测试,我们会考虑这些结果,将它们按以下类别进行排名。为什么我们选择这个特定的噪音水平作为标准?因为在 25 dBA 时,风扇可以快速旋转以实现不错的性能,而这个噪音水平不足以打扰大多数用户。任何高于或低于这个噪音水平的噪音都会太吵,或者性能会受到极大影响。

那些噪音输出甚至达不到 25 dBA 的风扇怎么办?很遗憾,我们无法对它们进行评级,而且这些风扇本来就不是以性能为导向的,所以没有必要贴上性能标签。目前,我们的风扇数据库仅包含少数噪音输出达不到 25 dBA 的风扇。

PFPS – 120mm 风扇气流水平/要求 – 25 dBA 标准化噪音输出

性能级别	要求
青铜	≥34 立方英尺/分钟 & <38 立方英尺/分钟
银	≥38 立方英尺/分钟 & <42 立方英尺/分钟
金子	≥42 立方英尺/分钟 & <46 立方英尺/分钟
铂	≥46 立方英尺/分钟 & <50 立方英尺/分钟
钛	≥50 立方英尺/分钟 & <55 立方英尺/分钟
钻石	≥55 立方英尺/分钟

PFPS – 120mm 风扇静压水平/要求 – 25 dBA 标准化噪音输出

性能级别	要求
青铜	≥0.8 毫米水银 & <1.0 毫米水银
银	≥1.0 毫米水银 & <1.25 毫米水银
金子	≥1.25 毫米水银 & <1.5 毫米水银
铂	≥1.5 毫米水银 & <1.75 毫米水银
钛	≥1.75 毫米水银 & <2.0 毫米水银
钻石	≥2 毫米水银

PFPS – 135/140mm 风扇气流水平/要求 – 25 dBA 标准化噪音输出

性能级别	要求
青铜	≥45 立方英尺/分钟 & <50 立方英尺/分钟
银	≥50 立方英尺/分钟 & <55 立方英尺/分钟
金子	≥55 立方英尺/分钟 & <60 立方英尺/分钟
铂	≥60 立方英尺/分钟 & <65 立方英尺/分钟
钛	≥65 立方英尺/分钟 & <70 立方英尺/分钟
钻石	≥70 立方英尺/分钟

PFPS - 135/140mm 风扇静压水平/要求 - 25 dBA 标准化噪音

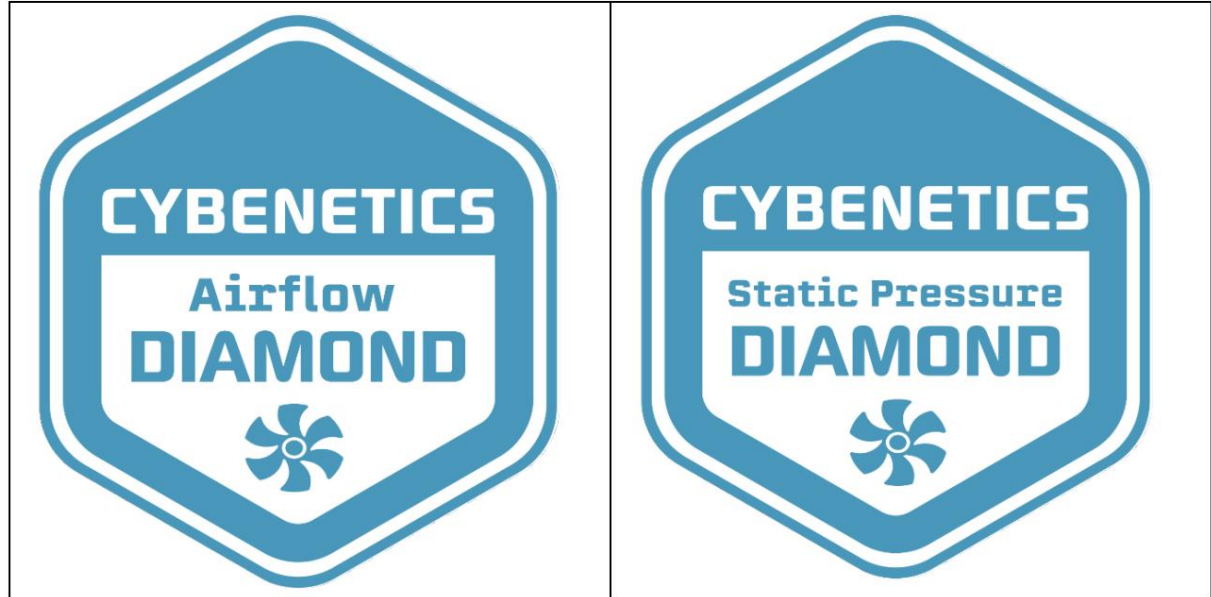
输出

性能级别	要求
青铜	≥0.7 毫米水银 & <0.9 毫米水银
银	≥0.9 毫米水银 & <1.1 毫米水银
金子	≥1.1 毫米水银 & <1.3 毫米水银
铂	≥1.3 毫米水银 & <1.5 毫米水银
钛	≥1.5 毫米水银 & <1.7 毫米水银
钻石	≥1.7 毫米水银

绩效徽章和评级

由于我们不想让用户感到困惑,我们使用了我们已经用于 PSU 效率等级的高度熟悉的金属和碳等级:青铜、白银、黄金、铂金、钛和钻石。

风扇有两种类型,最受欢迎的是 120mm 和 135/140mm。还有两种标志用于表示风扇的主要性能因素:气流和静压。



结语

本文简要介绍了风扇测试的世界,并首次介绍了我们的测试方法。客观地描述风扇的性能是一项微妙的任务,需要声音测量和空气动力学方面的经验。我们用于测试的设备符合行业标准,质量最高,并且得到了妥善维护和

操作。此外,在改进方法的过程中,我们迄今已测试了众多风扇。因此,我们提供的信息和测试结果既准确又能反映实际性能。

参考

- [1] LW-9266 风扇PQ性能测量仪. <http://www.longwin.com/english/product/9266.html> (最后访问日期: 2024 年 5 月 30 日)
- [2] Picoscope TC-08. <https://www.picotech.com/data-logger/tc-08/thermocouple-data-logger> (最后访问日期: 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> (最后访问日期: 2024 年 5 月 30 日)[4] <https://www.bksv.com/en/products/transducers/acoustic/calibrators/4231> (最后访问日期: 2024 年 5 月 30 日)
- [5] 标准 ECMA-74 信息技术和电信设备发出的空气噪声的测量
<https://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-074.htm> (最后访问日期: 2024 年 5 月 30 日)
- [6] ISO 9296:2017 声学 - 信息技术和电信设备的噪声排放标称值 <https://www.iso.org/standard/32303.html> (最后访问日期: 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-Controller/p/CL-9011110-WW> (最后2024 年 5 月 30 日访问)
- [8] 黄金比例 https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_ratio (最后访问日期: 2024 年 5 月 30 日)