

风机常识及选型

1 引言

电子产品设计工程师往往注重电路的设计与改良，而对器件散热却没有引起足够的重视。事实上，电子产品的使用会由于散热系统的不足而减少使用寿命或者增加维修成本。因此散热对电子产品显得尤为重要。采用风机散热是一种很常规也很重要散热处理方案，本文主要介绍台湾 SUNON 风机的一些常识以及如何选用风机散热。

2 关于风机轴承

2.1 风机轴承概述

风机的轴承类型与风机的使用寿命以及能承受的环境温度有着非常直接的关系，因此选择风机，一定要注意轴承的类型，现将常规轴承的特点介绍如下：

2.2 含油轴承(Sleeve Bearing)使用寿命：30000 小时

传统的直流无碳刷风扇马达设计时，是扇叶转子（简称转子）藉其轴芯穿越含油轴承，简称 SLEEVE 轴承，枢接固定在马达定子之中心位置，使转子与定子之间保持一个适当之间隙，当然轴芯与轴承间亦必有间隙之存在，才不会将轴芯死锁而无法运转；而马达之定子结构部分（简称定子），在电源输入之后，就会在转子与定子间产生感应磁力线，藉驱动回路之控制使风扇马达运转。故传统之风扇马达架构，只有一个扇叶转子及一个马达定子和一个驱动回路，而借着轴芯与轴承之枢接，随着磁场感应而运转。

Sleeve 轴承优点及缺点：价格便宜，运转时产生的 Noise 大，可能出现不转现象，内径易磨损，寿命短，激活效果差。

2.3 滚珠轴承(Ball Bearing) 使用寿命：50000~100000 小时

滚珠轴承是运用圆金属珠运转，属于点的接触，故激活运转很容易。再加上滚珠轴承配合弹簧使用，故在弹簧顶撑着 BALL Bearing 之外金属环，而使整个扇叶转子的重量坐落在滚珠轴承上，且由弹簧间接顶撑着，故可使用于不同之方向、角度之可携式产品，但仍要防止掉落，以免滚珠轴承受损，而造成噪音产生与使用寿命的减损。

优点及缺点：激活运转容易，寿命较长，结构脆弱，无法承受外力撞击，运转时，金属珠滚动产生的噪音大，价格高（与 Sleeve 相比）来源及数量不易掌控，使用弹簧定位，组装不易。

2.4 磁浮轴承 (MagLev Bearing) 使用寿命：50000~100000 小时

MagLev Bearing 为 SUNON 独创，Maglev Fan 的结构包涵三要素：磁浮片，磁铁，硅钢片。轴承与轴心的关系是风扇运转时，扇叶转子轴心借空气之摩擦，没有和轴承接触，则轴承不易被磨损成不规则椭圆之形状。在磁浮线的牵引下，360 度垂直往下吸引扇叶转子使其自成定点，定轨运转使用特殊的防尘罩设计，可强制润滑油循环，并防止灰尘进入马达核心，避免与润滑油混合成油泥所造成运转之阻碍。运转时，轴承温度低，轴承材质经过特殊处理。更耐冲击及高温。磁浮马达特殊车及技术使风扇在长时间运转下，达到运转稳定，噪音变化小，低噪音，寿命长之效果。寿命可比拟滚珠培林轴承。

MagLev Bearing 优点：表面经过特殊加工处理，强化其表面硬度，耐磨更能承受高温与摩擦，导入磁浮设计，其转子悬空，通过磁浮力将扇叶 360 度吸附，形成定点定轨运转，减小晃动，省却华司 油圈等零件，使其产生的氮化物于固化前排出，避免阻塞。耐磨，耐撞击，耐高温，噪音小。

3 关于风量

3.1 风量单位

风量单位常常采用英制单位，一般常见单位为 CFM, $1\text{CFM} \approx 0.472$ 立方分米/秒，常用风量单位列举如下

CFS : Cubic Feet Per Second,	立方英尺/秒(ft ³ /s)
CFM : Cubic Feet Per Minute,	立方英尺/分(ft ³ /min)
CMS : Cubic Meter Per Second,	立方公尺/秒(m ³ /s)
CMM : Cubic Meter Per Minute,	立方公尺/分(m ³ /min)
CMH : Cubic Meter Peter Hour,	立方公尺/时(m ³ /h)
L/s : Liter Per Second,	公升/秒(L/s)
L/min : Liter Per Second,	公升/分(L/min)

3.2 风量换算表

CMS	CMM	L/s	L/min	CMH	CFS	CFM
1	60	1K	60k	3.6k	35.3	2.118k
0.0167	1	16.7	1k	60	0.588	35.35
1mili	0.06	1	60	3.6	0.0353	2.118
16.7μ	1mili	0.0167	1	0.06	588μ	0.0353
277μ	0.0167	0.277	16.7	1	9.81mili	0.588
0.0283	1.698	28.3	1.69k	101.9	1	60
0.47mili	0.0283	0.472	28.3	1.698	0.167	1
K=1000 ; mili=0.001 ; μ=10 ⁻⁶ =0.000001						

4 关于风压

4.1 风压单位

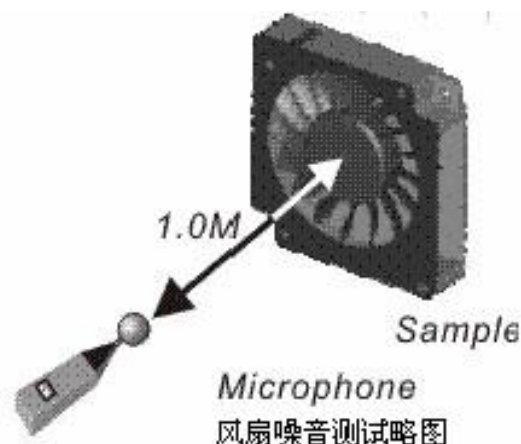
风压的单位有 Pa, bar, 毫米水柱, 英寸水柱, 毫米汞柱等等。风机的风压主要指的是风机的静压。

4.2 风压换算表

Pa=N/m ²	mmH ₂ O	inH ₂ O	kgf/cm ²	atm	bar	lbf/in ²
1	1.0197 x 10 ⁻¹	4.017 x 10 ⁻³	1.0197 x 10 ⁻⁵	9.869 x 10 ⁻⁶	1 x 10 ⁻⁵	1.450 x 10 ⁻⁴
9.80665	1	3.939 x 10 ⁻²	1 x 10 ⁻⁴	9.678 x 10 ⁻⁵	9.806 x 10 ⁻⁵	1.422 x 10 ⁻³
2.49 x 10 ²	25.4	1	2.54 x 10 ⁻³	2.46 x 10 ⁻³	2.49 x 10 ⁻³	3.61 x 10 ⁻²
9.80665 x 10 ⁴	10 ⁴	3.937 x 10 ²	1	0.9678	0.980665	14.2234
1.01325 x 10 ⁵	1.0332 x 10 ⁴	4.071 x 10 ²	1.03323	1	1.01325	14.6960
1 x 10 ⁵	1.0197 x 10 ⁴	4.018 x 10 ²	1.01972	0.986932	1	14.5038
6.895 x 10 ³	7.031 x 10 ²	27.686	7.031 x 10 ⁻²	6.805 x 10 ⁻²	6.895 x 10 ⁻²	1

5 关于噪音

5.1 噪音如何测量



SUNON 风扇的噪音是在背景噪音低于 15 dBA 无回响室中所测量。待测风扇在自由空气中运转，距入风口一米处置一噪音计。

音压级(Sound Pressure Level)依背景因素而定，与音能级(Sound Power Level)由下列公式表示之： $SPL = 20 \log P / Pref$ 及 $SWL = 10 \log W / Wref$

其中：

P = 音压

Pref = 基准音压

W = 音源的噪音能量

Wref = 音源的噪音能量

风扇的噪音值通常以音压级(SPL)之倍频带绘出。分贝(dBA)的改变所形成的效应，如下列征兆所示：

3 dBA 几乎没有感觉

5 dBA 感觉出来

10 dBA 感觉两倍大声响

噪音程度：

0 ~ 20 dBA 很微弱

20 ~ 40 dBA 微弱

40 ~ 60 dBA 中度

60 ~ 80 dBA 大声

80 ~ 100 dBA 很大声

100 ~ 140 dBA 震耳欲聋

5.2 如何降低噪音

下列准则提供风扇使用者最佳方法，以降低噪音至最小：

5.2.1 系统阻抗(System Impedance)

一个机壳的入风口与出风口之间范围占全部系统阻抗的 60%至 80%，另外气流愈大，噪

音相对愈高。系统阻抗愈高，冷却所需的气流愈大，因此为了将噪音降至最小，系统阻抗必须减至最低程度。

5.2.2 气流扰乱

沿着气流路径所遇到的阻碍而造成的扰流会产生噪音。因此任何阻碍，特别在关键的入风口与出风口范围，必须避免，以降低噪音。

5.2.3 风扇转速与尺寸

由于高转速风扇比低转速风扇产生较大的噪音，因此应尽可能尝试及选用低转速风扇。而一个尺寸较大、转速较低的风扇，通常比小尺寸、高转速的风扇，在输送相同风量时安静。

5.2.4 温度升高

一个系统内，冷却所需的风量与允许的温升成反比。允许温升稍微提高，即可大量减少所需的风量。因此，如果对强加之允许温升的限制略微放松一些，所需风量将可降低，噪音亦可降低。

5.2.5 振动

有些情形，整个系统的重量很轻，或系统必须按照某种规定方式运作时，特别建议采用柔软的隔绝器材，以避免风扇振动的传递。

5.2.6 电压变动

电压变动会影响噪音程度。加到风扇的电压愈高，因转速升高，振动就愈大，产生的噪音也愈大。

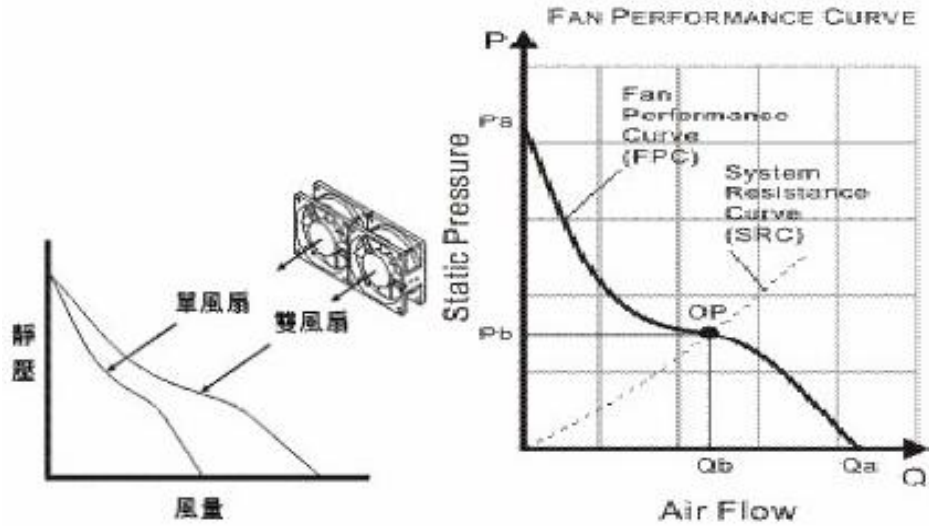
5.2.7 设计的考虑

构成风扇的每一零件设计，均会影响噪音程度。下列设计的考虑可达成降低噪音：绕线铁心的尺寸，扇叶与外框的设计及精确的制造与平衡。

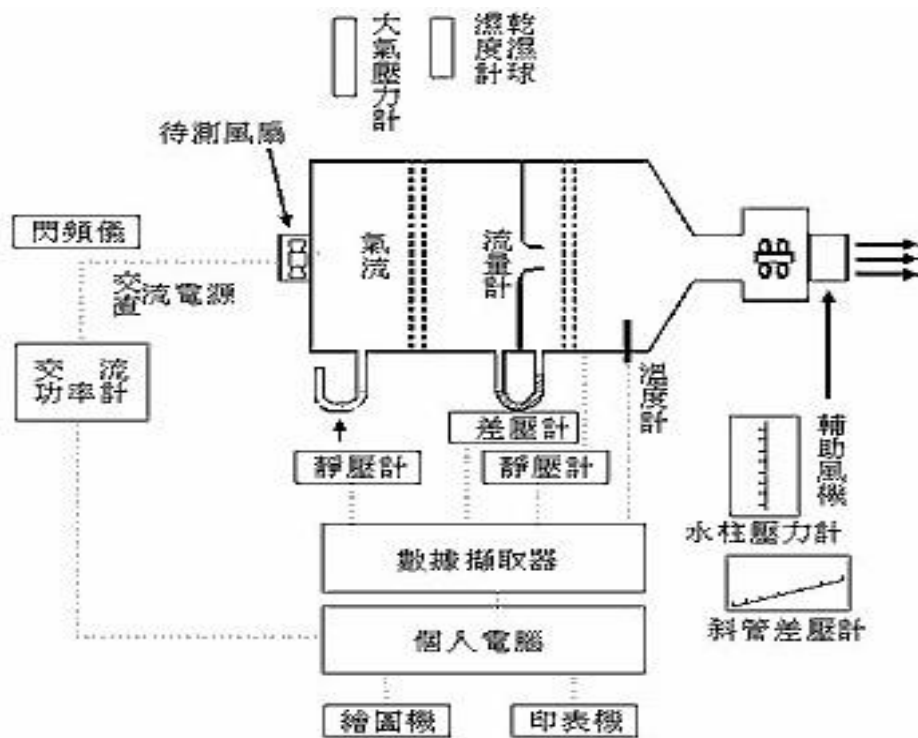
6 关于风扇特性

6.1 风扇特性测试：

依据 AMCA 210-85 "Laboratory Methods of Testing Fans for Rating" 测试规范。如略图所示将风扇放置于风洞口，风吹入风洞，经由流场内各量测点测试风量与静压，经由计算机汇整测得资料后绘出特性图与资料。



電腦化風扇測試系統



由此图可知，并联的风扇风量加大，但是静压不变；假如系统阻抗低时，可使用并联方式。

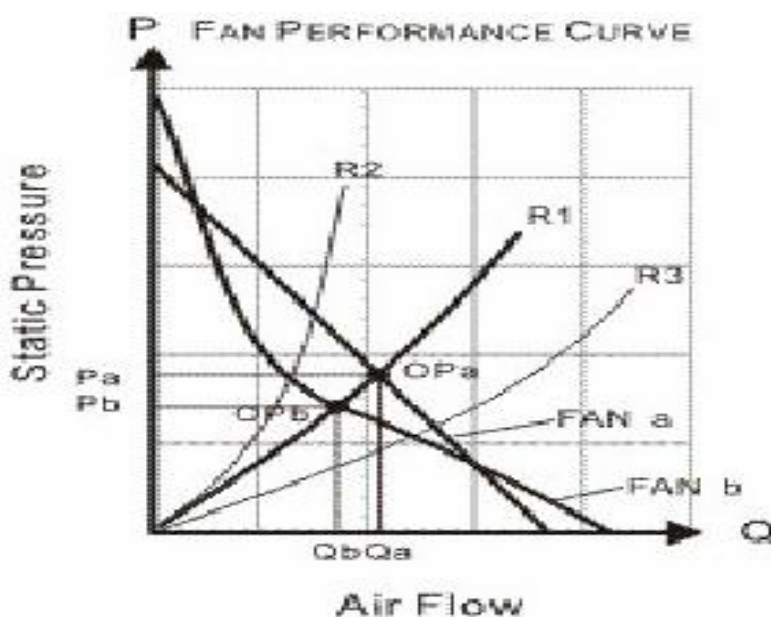
6.2 如何从特性曲线判定风扇性能

A. 风扇特性曲线？何谓客户系统阻抗？

Figure of air chamber

1. 实线 FPC 系风扇特性曲线；需由风洞量测
2. 虚线 SRC 系客户系统阻抗；亦需由风洞量测，因客户之不同所以一般 Fan 仅秀出 FPC。
3. FPC 与 SRC 交界点即为客户使用操作点 OP； Q_b 与 P_b 是可满足客户使用上所需求特性；因此客户选择风扇时仅以 Q_a 与 P_a 来选择并不是最适切的；建议客户提供系统给我们为您免费测出 SRC 可较容易选择适用风扇 以及判定您的系统阻抗设计是否得宜。

6.3 假设有 A、B 二风扇，应如何自特性曲线选择较适合风扇？



1. 答案是 FAN a 为较适用风扇；因为特性曲线交叉于 R1 上之操作点 OPa 较操作点 OPb 特性佳， $Q_a > Q_b$ (风量)， $P_a > P_b$ (静压)。
2. 此 FAN b 虽然风量与静压都较 FAN a 高，但客户使用上应以 OPa 为最佳选择；非仅以风扇最大风量与最大静压作为选择依据。
3. 而系统阻抗设计的好坏也是选择风扇的重点之一；图中 R1 系最佳系统阻抗设计，R2 系系统阻抗较高，R3 较低；要改善系统阻抗设计应自系统进出风口之大小调整、系统内组件排放位置调整等，再经由风洞之测试即可调整及验证出最佳的系统阻抗。
4. 比较 FAN a 与 FAN b 可得知 FAN a 之马达扭力与扇叶、外框设计特性较 FAN b 佳。

7 风机的选型

7.1 欲选择正确的通风组件，必须考虑下列目标：

- 最好的空气流动效率
- 最小的适合尺寸

最小的噪音

最小的耗电量

最大的可靠度与使用寿命

合理的总成本

以下三个选择正确散热扇或鼓风机的重要步骤，可帮你达成上述几个目标。

步骤一：总冷却需求

首先必须了解三个关键因素以得到总冷却需求：

必须转换的热量（即温差 ΔT ）

抵消转换热量的瓦特数（W）

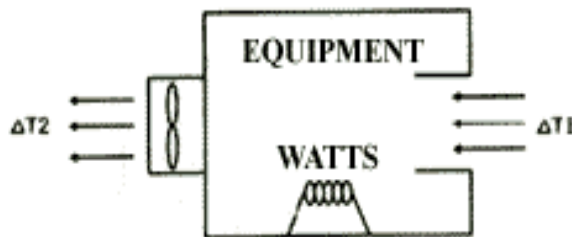
移除热量所需的风量（CFM）

总冷却需求对于有效地运作系统甚为重要。有效率的系统运作必须提供理想的运作条件，使所有系统内的组件均能发挥最大的功能与最长的使用年限。

下列几个方式，可用来选择一般用的风扇马达：

1. 算出设备内部产生的热量。
2. 决定设备内部所能允许的温度上升范围。
3. 从方程式计算所需的风量。

如果已知系统设备内部散热量与允许的总温度上升量，可得到冷却设备所需的风量。



以下为基本的热转换方程式：

$$H = C_p \times W \times \Delta T$$

其中

H = 热转换量

C_p = 空气比热

ΔT = 设备内上升的温度

W = 流动空气重量

我们已知 $W = CFM \times D$ 其中 $D =$ 空气密度经由代换后，我们得到：再由转换因子

(conversion factors)与代入海平面空气的比热与密度，可得到以下的散热方程式：

$$CFM = 3160 \times \text{千瓦} / \Delta^{\circ}F$$

例如：设备内部消耗电功率为 500 瓦，温差为摄氏 10 度，所需风量：

$$Q = \frac{1.76 \times 500(\text{watts})}{10} = 88CFM$$

此值为系统风阻及风机 P-Q 曲线交叉点的风量值，可依据此值选择风机。
公式中的 1.76 为考虑比热，空气密度，单位换算后的综合系数。

下列几个方式，可用来选择一般用的风扇马达：

1. 算出设备内部产生的热量。
2. 决定设备内部所能允许的温度上升范围。
3. 从方程式计算所需的风量。

如果已知系统设备内部散热量与允许的总温度上升量，可得到冷却设备所需的风量。

7.2 风机的串联与并联

风机的串联：

当系统内部阻抗（风阻）较大时，必须选用静压大的风机，或者采用风机串联的方式，比如笔记本电脑的散热风机。风机串联只增加风压，不增加风量。

风机的并联：

当系统内部阻抗（风阻）较小，而散热不够时，必须选用风量大的风机，或者采用风机并联，比如较大的电柜通风。风机并联只增加风量，不增加风压。